Bedienungsanleitung

PowerFlex MTS-3 (alias SINUS II) Microcontroller Teleskopsteuerung für Montierungen mit Schrittmotoren in 2 Achsen

Software-Version 2.00

1. Vorwort und Einführung

Vielen Dank, dass Sie sich zur Anschaffung unserer Teleskopsteuerung entschlossen haben. Eine Investition, die Sie bestimmt nicht bereuen werden. Denn die PowerFlex MTS-3 ist eine universell verwendbare Teleskopsteuerung, die speziell für anspruchsvolle Amateurastronomen entwickelt wurde. Aber auch viele Profis nutzen die MTS-3 schon lange Zeit wegen ihrer Vielseitigkeit und Funktionalität.

Durch die neue Software-Version 2.00 erhält die MTS-3 zum alten Preis noch mehr Leistung und Möglichkeiten. Mit der MTS-3 können Sie praktisch jede Montierung mit Schrittmotoren nachführen, angefangen von der kleinen Reisemontierung bis hin zur schweren stationären Montierung.

Durch die in weiten Grenzen programmierbaren Parameter und die wählbaren Standardeinstellungen ist die schnelle Anpassung an die Montierungen namhafter Hersteller als auch besonders an Eigenkonstruktionen problemlos möglich. Dabei bietet die MTS-3 noch eine Reihe von Möglichkeiten, wie PC-Interface, Display, DE-Spielausgleich, Schneckenfehlerkorrektur, die preislich vergleichbare Geräte anderer Hersteller nicht haben.

Trotz aller Möglichkeiten bleibt die MTS-3 ein Gerät, das leicht und intuitiv zu bedienen ist, sowohl vom Astronomie-Einsteiger, als auch vom erfahrenen Benutzer.

Grundsätzlich gilt: Sie können alle Möglichkeiten der MTS-3 nutzen, aber Sie müssen es nicht. Die MTS-3 wird betriebsfertig geliefert, so dass Sie sofort loslegen können. Lesen Sie dazu das Kapitel "Erste Inbetriebnahme".

Wenn Sie von den erweiterten Funktionen der MTS-3 Gebrauch machen möchten, können Sie alle Einzelheiten in den entsprechenden Kapiteln genau nachlesen.

Mit der neuen Version 2.00 hat sich einiges - wenn auch nicht grundsätzlich - geändert. Mehr dazu lesen Sie bitte in Kapitel 4.

Die Bedienungsanleitung sollte den Grossteil aller Fragen beantworten, wenngleich manches Detail nicht an jeder relevanten Stelle wiederholt beschrieben wird, um den Umfang der Anleitung nicht zu sprengen. Dennoch ist die Anleitung recht lang geworden. Dadurch sollten Sie sich aber nicht irritieren lassen, denn für die normale Benutzung brauchen Sie sich wirklich nur Weniges davon zu merken.

Für offene Fragen steht Ihnen unsere Hotline (Tel. 09261 53853) zur Verfügung.

Wir wünschen Ihnen hiermit viel Erfolg mit Ihrer neuen MTS-3, und würden uns über ein positives Feedback und eine Weiterempfehlung an Ihre Sternfreunde sehr freuen.

Boxdörfer Elektronik
Zum Gries 7
96317 Kronach
Tel: 09261 53853 Fax: 09261 53853

2. Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort und Einführung 1
2. Inhaltsverzeichnis 2
3. Erste Inbetriebnahme 4
4. Neuigkeiten der Version 2.00 5
5. Grundsätzliches zur Bedienung 5
    Tasten und Schalter 6
    Bedienungsweise 6
    LED-Statusanzeige 7
    Speichertest 7
    Unterspannungs-Warnung 7
    Temporäre Baudraten, Display-Umleitung 8
    Handhabung 8
    Abkürzungen, Begriffe 8
6. Nachführen 9
    Feinkorrektur 9
    Schnellgang 9
    Drehrichtung der Schrittmotoren 9
    Mond nachführen 9
    Sonne nachführen 9
    Spielausgleich DE 9
    PEC Periodische Fehlerkorrektur RA 10
    Stoppuhr 11
7. Programmierung 11
    Auswahl der Montierung 11
    Nichtaufgeführte Montierungen 11
    Selbstdefinierte Einstellungen 12
    Standard-Einstellungen (RESET) 12
    Motor*Getriebe-Untersetzung (RA-M*G) 12
    Frequenzen direkt einstellen 13
    RA-Frequenzen 14
    DE-Frequenzen 14
    Lernmodus RA 14
    Korrekturfaktor RA 15
    Beschleunigung 15
8. Anzeigedisplay (LC-Display) 15
9. Funktion, schematische Darstellung 16
10. RS-232-Interface 16
    Anwendungsmöglichkeiten 16
    Baudraten und Display-Umleitung 17
    Kommunikationsprotokoll, Daten-/Befehlsformate 17
    Befehlsgruppen 18
    Befehlsliste/Befehlsbeschreibung 18
    Display-Umleitung 20
    Tastensimulation 20
    Daten auslesen 20
    Positionieren, Motorbefehle 21
    Spielausgleich DE 21
    Parameter-Daten auslesen und laden 22
    Parameterspeicher (EEPROM) 22
11. QBasic Beispielroutinen 23
12. Schrittmotoren 27
    Schrittmotorfunktion 27
    Betriebsarten 28
    Verschaltungsarten 29
    Auswahl geeigneter Typen 29
    Stromaufnahme 30
    Drehmoment 30
    Getriebe 31
13. Elektrische Anschlüsse 31
    Autoguider-Anschluss 31

Hand-Kontrollbox extern 31
RS-232 31
LC-Display 31
14-polige Stiftleiste 32
15-poliger Stromversorgung/Motor-Stecker 32
2-polige Stromversorgungs-Stecker 32
5-polige Motor-Stecker (Draufsicht auf Stiftkontakte) 33
14. Elektrische Kenndaten MTS-3LP 33
Stromversorgung 33
Batterien 33
Netzgeräte 33
Verpolungsschutz 34
Stromverbrauch 34
Überlastschutz und Motortreiber 34
Kabel und Stecker 35
15. Software - Details 36
Frequenzgenauigkeit 36
PEC Funktionsweise 36
16. Fehlerursachen und Fehlerbehebung 37
17. Anwendungsbestimmungen, Gewährleistung und Garantie 37
18. Serviceleistungen 38
Zubehör und Preise 38
Beratung, Reparaturen 38
Nachrüstung älterer MTS-3 auf Version 2.00 38
19. Sicherheitshinweise 39
20. Funktions - Kurzübersicht 39

3. Erste Inbetriebnahme

Mit der Lieferung der MTS-3 erhalten Sie folgende Teile:
- MTS-3 Steuerung (Elektronik-/Handtasterbox)
- Anschlusskabel, passend für Vixen oder AstroPhysics-Montierungen, bestehend aus Stromzuführung 2-polig und 2 Schrittmotoranschlüssen 5-polig mit einem gemeinsamen Steckverbinder 15-polig für die MTS-3 Steuerung.

An der 14-poligen Stiftleiste an der Gehäuseunterseite können Sie - falls auch bestellt - weiterhin anschliessen:
- Anzeige-Display mit Flachbandkabel
- Kabel für CCD-Autoguider
- RS-232-Kabel zum PC-Anschluss

Für den gleichzeitigen Anschluss mehrerer Geräte ist ein Verteilerkabel notwendig. Weiterhin benötigen Sie eine Stromquelle, üblicherweise ein Akku (z.B. Autobatterie) oder ein Netzgerät (ca. 12 Volt einstellen).

Nachdem Sie alles andere miteinander verbunden haben, stellen Sie die Stromversorgung her, indem Sie die beiden Bananenstecker (rot=PLUS, schwarz=MINUS) mit den Polen der Stromquelle verbinden. Beim Abbau sollten Sie entsprechend umgekehrt vorgehen!

Auf dem Display (falls vorhanden) sollte eine Schrift lesbar sein. Stellen Sie dann den ON/OFF-Schalter (rechts) auf die obere Position (ON). Jetzt sollte sich ein Motor durch ein pulsierendes Laufgeräusch bemerkbar machen. Dies ist der Rektaszensionsmotor. Markieren Sie dieses Kabel und benutzen Sie es fortan für den Rektaszensionsmotor. Sollten die Motorkabel vertauscht sein, Gerät abschalten und richtig einstecken. Wichtig ist, dass Sie die Motorstecker nicht abziehen während der Motor läuft (kann zu Störungen führen).

Dann prüfen Sie die Drehrichtung des Rektaszensionsmotors, indem Sie den FAST/SLOW-Schalter (links) auf die obere Position (FAST) stellen und die rechte Taste drücken. Jetzt sollte Ihre Montierung sich im Schnellgang nach Westen drehen. Falls sie verkehrt dreht müssen Sie den Dipschalter Nr.9 in die andere Position bringen. Nachdem Sie die MTS-3 aus- und wieder eingeschaltet haben dreht der Motor richtig herum.

Wenn Sie eine Vixen-Montierung benutzen, können Sie jetzt die MTS-3 schon so zum Nachführen benutzen. Die korrekte Geschwindigkeit für andere Montierungen müssten Sie allerdings programmieren. Wie das geht lesen Sie bitte im Kapitel Programmierung/Montierungsauswahl.

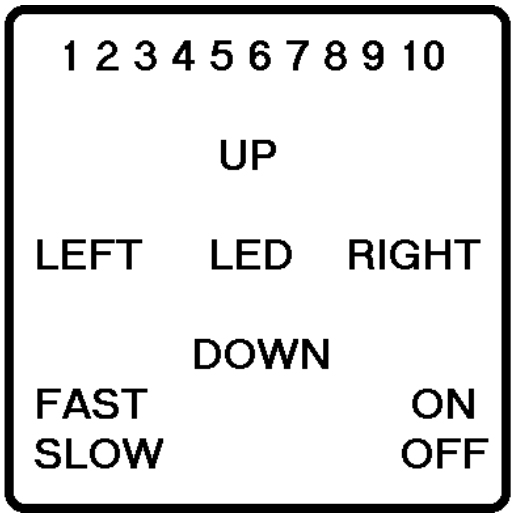
Fürs erste wären noch die Dipschalter Nr.1-8 zu nennen. Sie geben der MTS-3 vor wieviele Schritte sie zum schnellen Durchlaufen des Getriebespiels der Deklinationsachse verwenden soll. Stellen Sie diese Dipschalter auf die untere Position, wenn Sie diese Funktion nicht nutzen wollen, ansonsten lesen Sie das Kapitel Nachführen/Spielausgleich DE.

Sollte irgend etwas nicht so funktioniert haben wie erwartet, lesen Sie bitte zuerst die speziellen Kapitel sorgfältig durch, um den Grund dafür zu finden.

4. Neuigkeiten der Version 2.00

Zentraler Bestandteil von Version 2.00 ist die Unterstützung der RS-232-Schnittstelle, die zwar bei allen älteren MTS-3 eingebaut ist, aber bisher nicht genutzt wurde.
Jetzt können Sie alle Daten abrufen und auf Ihrem PC-Monitor darstellen, eine Fernsteuerung realisieren, die Schrittmotoren direkt ansteuern und positionieren lassen, die Einstellungen auf dem PC abspeichern und die MTS-3 sekundenschnell mit vorher gespeicherten Einstellungen rekonfigurieren.
Der Frequenzbereich wurde von 1 Hz bis 5000 Hz erweitert, wobei gleichzeitig der Phasenjitter deutlich verringert wurde. Acht verschiedene Beschleunigungswerte sind nun wählbar.
Ebenso ist Fein- und Grobeinstellung der Frequenzwerte möglich.
Eine exakte Nachführfrequenz ist per Dipschalter ohne Display einstellbar.
Der Spielausgleich DE funktioniert nun auch im FAST-Mode.
Die PEC ist ein-/abschaltbar, geht nach Programmierungen nicht mehr verloren und berücksichtigt nur noch periodische Fehler.
Für die PEC muss nun anstatt der Schneckenrad-Zähnezahl die Motor*Getriebe-Untersetzung eingegeben werden.
Sieben voreingestellte und eine selbstdefinierte Montierung sind wählbar.
Auf dem Display werden mehr Daten inklusive Schrittpositionen, Stoppuhr und Programmierhilfen angezeigt.
Eine Unterspannungs-Warnung warnt rechtzeitig vor bevorstehenden Stromausfall durch leere Akkus.
Nicht zuletzt hoffen wir, dass auch die Betriebsanleitung besser geworden ist.
In der Version 2.00 sind folgende Features nicht mehr enthalten:
Schrittmodi-Auswahl: Fest eingestellt ist Halbschritt-Betriebsart.
Kombinationen Solar/Lunar/Record-Mode werden nicht mehr unterstützt.
Die Abspeicherung der Programmierungen oder der PEC können nicht mehr durch die FAST-Stellung bzw. LEFT-Taste verhindert werden.
Die Montierungs-Auswahl per Dipschalter Nr.10 gibt es nicht mehr.
Ansonsten hat sich an der Programmiertechnik per Tastenkombinationen ausser den neuen und weggefallen Tastenkombinationen nichts grundsätzlich geändert.

5. Grundsätzliches zur Bedienung



Tasten und Schalter

ON/OFF-Schalter:	Nachführen ein-/ausschalten bzw. Programmier-Modi aktivieren, Daten ändern/speichern, wenn Tastenkombination beim Einschalten gedrückt.
FAST/SLOW-Schalter:	Bei SLOW-Stellung wird nachgeführt, bei FAST-Stellung läuft der Motor auf Tastendruck im Schnellgang.
LEFT-Taste:	Der RA-Motor läuft mit verminderter Frequenz entsprechend eingestelltem Korrekturfaktor oder in FAST-Stellung im Schnellgang rückwärts.
RIGHT-Taste:	Der RA-Motor läuft mit erhöhter Frequenz entsprechend eingestelltem Korrekturfaktor oder in FAST-Stellung im Schnellgang vorwärts.
UP-Taste:	Der DE-Motor läuft langsam vorwärts oder in FAST-Stellung im Schnellgang vorwärts.
DOWN-Taste:	Der DE-Motor läuft langsam rückwärts oder in FAST-Stellung im Schnellgang rückwärts.

Dipschalter 1-10

Die Dipschalter dienen beim Programmieren der Dateneingabe. Falls für die einzelne Programmierung nicht anders angegeben, wird durch die Dipschalter ein Zahlenwert binär (als Dualzahl, nur Nullen und Einsen, wie sie Computer intern verwenden) eingestellt.

Jeder Dip-Nr. ist eine Binärstelle zugeordnet. Bei oberer Stellung (ON) ist die Binärstelle Eins, bei unter Stellung ist sie Null. Die Umrechnung in eine Dezimalzahl erfolgt durch Aufaddieren der Wertigkeiten der einzelnen Binärstellen.

Dip-Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ON-Wert	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
OFF-Wert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beispiel:	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
901	1		4					128	256	512

Für die notwendige binäre Einstellung einer Dezimalzahl müssten Sie umgekehrt vorgehen: Dezimalzahl aufteilen entsprechend der Wertigkeiten der Dipschalter.

Auf dem Display wird zudem der gerade eingestellte Wert dezimal angezeigt.

Für den Nachführbetrieb haben die Dipschalter folgende Funktion:

(weiteres dazu erfahren Sie in den entsprechenden Kapiteln)

Dipschalter 1-8:	Spielausgleich DE
Dipschalter 9:	Drehrichtung RA
Dipschalter 10:	Drehrichtung DE

Bedienungsweise

Für den normalen Nachführbetrieb haben die Taster und Schalter die Funktion der manuellen Geschwindigkeitskontrolle für RA und DE, wie oben beschrieben.

Darüber hinaus werden sie aber auch benutzt, um die MTS-3 zu programmieren. Für jede Programmierung einer bestimmten Einstellung gibt es einen entsprechenden Programmier-Modus, für den eine bestimmte Tastenkombination definiert ist. Für häufiger benötigte Einstellungen besteht die Tastenkombination aus 1 oder 2 Tasten, bei seltener benötigten Einstellungen aus 3 oder 4 Tasten.

Um diesen Programmier-Modus zu aktivieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Die MTS-3 ist an der Stromquelle angeschlossen und der ON/OFF-Schalter ist in OFF-Position.

2. Sie drücken diese Tastenkombination und lassen sie nicht los. Drücken Sie die Tasten möglichst sicher und senkrecht, so dass nicht versehentlich ein anderer Programmier-Modus gewählt wird. Der Programmier-Modus ist jetzt noch nicht aktiviert, und falls Sie ein Display angeschlossen haben, werden die aktuellen Einstellungen angezeigt.
3. Sie stellen den ON/OFF-Schalter auf ON-Position
4. Lassen Sie jetzt die Tastenkombination los. Jetzt ist der Programmiermodus aktiviert, und Sie können die Einstellungen vornehmen. Für jeden Programmier-Modus gibt es einige Besonderheiten zu beachten, die im entsprechenden Kapitel genau beschrieben sind.
5. Der Programmier-Modus wird beendet und eventuell geänderte Einstellungen fest abgespeichert, wenn Sie den ON/OFF-Schalter auf OFF-Position stellen.
Generell darf die Stromversorgung erst abgetrennt werden, wenn der ON/OFF-Schalter auf OFF-Position steht, denn sonst hat die MTS-3 keine Möglichkeit mehr, die Einstellungen abzuspeichern.
Sollte dies dennoch vorkommen, wird die PEC ungültig und Sie sollten die aktuellen Einstellungen auf Korrektheit überprüfen.

LED-Statusanzeige
In der MTS-3 ist eine 3-Farben LED (grün/gelb/rot) zur Signalisierung des momentanen Betriebszustand der PEC vorhanden (->siehe PEC).
Sie dient ausserdem zum Wiederfinden des Gerätes im Dunkeln und zur Fehleranzeige (->siehe Unterspannungs-Warnung, Speicherfehler).
Für die Korrekturfaktor-Programmierung hilft die LED durch rot/grün Farbwechsel die 16 möglichen Werte zu unterscheiden.

Speichertest
Sollte die LED nach dem Spannungsanlegen in schneller Folge blinken, so liegt ein ROM-Speicherfehler vor. Die MTS-3 hält das Programm an und führt keine weiteren Funktionen mehr aus. Unterscheiden Sie diesen Zustand von einer Unterspannungs-Warnung !
Unter Umständen kann die MTS-3 (vorläufig) noch weiterbetrieben werden, wenn sich der Fehler an einer unkritischen oder für das Nachführen nicht relevanten ROM-Speicherstelle befindet. Drücken Sie zum Weiterbetrieb dazu die DOWN-Taste.
Stellen Sie den Betrieb der MTS-3 ein, wenn sie sich unkontrolliert verhält.
Im Falle eines Speicherfehlers sollten Sie sich mit uns in Verbindung setzen.

Unterspannungs-Warnung
(gilt nur für MTS-3LP Platine 14.Jul.97)
Wenn die LED während des Betriebs blinkt, so hat die Versorgungsspannung einen kritischen Wert von 10 Volt ±0.5 Volt unterschritten. Die MTS-3 führt den Betrieb zunächst ohne Unterbrechung fort:
Die Schrittmotoren werden bis herab zu einer Spannung von ca. 7.5 Volt betrieben und der Microcontroller arbeitet korrekt weiter bis herab zu einer Spannung von ca. 5.5 Volt.
Sie sollten jetzt tunlichst sofort Ihre Stromversorgung überprüfen, und falls Sie einen Bleiakku benutzen, diesen umgehend wieder aufladen, um eine Tiefentladung zu vermeiden, die das Aus für einen Bleiakku bedeuten würde.
Verlassen Sie sich nicht auf die Unterspannungs-Warnung als Prüfanzeige für Ihren Bleiakku. Wir empfehlen eine regelmässige Kontrolle durch ein Voltmeter und rechtzeitiges Nachladen.

Temporäre Baudraten, Display-Umleitung

Wenn Sie die eingestellte Baudrate nicht kennen und auch nicht vom Display ablesen können, so gibt es die Möglichkeit aus zwei temporären Baudraten zu wählen und die Display-Umleitung einzuschalten, unabhängig von den Einstellungen. Diese Auswahl gilt nur solange die MTS-3 mit Spannung versorgt wird.
Folgendes wird ausgewählt, wenn beim Spannungsanlegen folgende Tasten gedrückt sind (Baudrate und Display-Umleitung dürfen kombiniert werden):

LEFT:	RIGHT:	UP:
9600 Baud	57600 Baud	Display-Umleitung ein

Handhabung

Dank der sehr kompakten Abmessungen (100*50*25mm), des geringen Gewichts und der günstigen Anordnung der Schalter und Taster ist die MTS-3 selbst im Dunkeln mühelos zu bedienen. Wenn es sehr kalt ist lässt sie sich auch gut in der Jackentasche verstauen, während Sie nachführen. Hängen Sie die MTS-3 mit der Aufhängeschnur an geeigneter Stelle an Ihre Montierung, so dass sie nicht herunterfallen kann. Sie vermeiden dadurch Verschmutzung und einen möglichen Bruch des empfindlichen Schwingquarzes durch den Schock des Aufschlags, wonach die MTS-3 funktionsunfähig wäre. Weiterhin empfehlenswert ist - bei Nichtbenutzung - die Abdeckung der Stiftleiste an der Unterseite durch einen Klebestreifen. Behandeln Sie bitte Ihre MTS-3 mit der gebotenen Sorgfalt. Sie wird es Ihnen mit einer langen Nutzungsdauer danken. Dazu gehört auch die Vermeidung von Feuchtigkeitseinwirkung (ausser normaler Taubeschlag) oder einer grossen Hitzeeinwirkung. Um die Kontakte vor vorzeitigem Verschleiss zu schonen ist es empfehlenswert, wenn möglich, das Kabel an der MTS-3 zu belassen.

Abkürzungen, Begriffe

RA	Rektaszension, Rektaszensionsachse, Stundenachse
DE	Deklination, Deklinationsachse
PEC	Periodical Error Correction, Korrektur des periodischen Schneckenfehlers der Rektaszensionsachse
Spiel	toter Gang bei Getrieben
Frequenz	Impulse pro Sekunde, hier: Halbschritte pro Sekunde oder einfach Geschwindigkeit des Schrittmotors
LOW-aktiv	Verbindung des Anschlusses mit Masse = Funktion aktiv
LED	Light Emitting Diode = Leuchtdiode
Schrittsequenz	Minimale Anzahl bzw. Folge der verschiedenen Bestromungszustände der Wicklung für eine bestimmte Schrittart (Halbschitt:8, Vollschritt:4). Muss für Drehbewegung zyklisch wiederholt werden.
Spule/Wicklung	Windungen aus Kupferlackdraht für Elektromagneten. hier: zum Erzeugen des Drehfeldes im Schrittmotor
Phase	Wicklungsanschlüsse der Spule oder Spule selbst oder im anderen Sinn: Phase innerhalb der Schrittsequenz
Schrittzahl	Anzahl der Vollschritte für eine 360°-Drehung der Schrittmotor-Abtriebswelle
Schrittwinkel	360°/Schrittzahl
Nachführfrequenz	= Gesamtuntersetzung / 86164s Beispiel: Schneckenrad=144, Getriebe=120, Motor=96 (Halbschritt) 144 * 120 * 96 / 86164s = 19.25259 Hz

6. Nachführen

In den Nachführbetrieb gelangen Sie, indem Sie den ON/OFF-Schalter auf ON (oben) stellen. Während Sie dies tun, dürfen Sie gleichzeitig keine Taste drücken, sonst gelangen Sie in einen Programmiermodus.

Feinkorrektur

Wenn Sie mit Ihrem Teleskop bei hoher Vergrösserung beobachten oder mit langer Brennweite Aufnahmen machen, wird es sich selbst bei stabilster Montierung und exakter Polausrichtung nicht ganz vermeiden lassen, kleine Korrekturen der Nachführgeschwindigkeit vornehmen zu müssen.
Zu diesen Zweck schalten Sie den FAST/SLOW-Schalter auf SLOW (unten) und betätigen die LEFT- oder RIGHT-Taste für eine Korrektur der Rektaszension und die UP- oder DOWN-Taste analog für Deklination.
Besonders bei Astroaufnahmen sollten Sie sich vor Aufnahmebeginn die der einzelnen Taste entsprechende Korrekturrichtung gut einprägen, damit Sie später nicht versehentlich die falsche Taste drücken. Stellen Sie vorher auch den Spielausgleich DE korrekt ein.

Schnellgang

Stellen Sie dazu den FAST/SLOW-Schalter auf FAST (oben). Solange Sie keine Taste drücken, führt die MTS-3 mit normaler Geschwindigkeit nach. Bei Tastendruck fährt Ihr Teleskop mit hoher Geschwindigkeit in die entsprechende Richtung.

Drehrichtung der Schrittmotoren

Unabhängig von allen anderen Einstellungen wird die Drehrichtung nur durch die Dipschalter bestimmt: RA (Dip-Nr.9), DE (Dip-Nr.10), ausser wenn Sie die MTS-3 per RS-232 mit den speziellen Geschwindigkeitsbefehlen steuern.
Sie müssen richtig gesetzt sein bevor Sie den Nachführbetrieb aktivieren. Während des Nachführens ist es nicht möglich die zugeordneten Drehrichtungen umzukehren. Dazu müssten Sie die MTS-3 zwischendurch kurz ausschalten.

Mond nachführen

Drücken Sie dazu die DOWN-Taste während Sie die MTS-3 einschalten. Sobald die DOWN-Taste losgelassen wird läuft die Nachführung mit der lunaren Geschwindigkeit, die aus der gespeicherten Nachführfrequenz berechnet wird.

Sonne nachführen

Drücken Sie dazu die UP-Taste während Sie die MTS-3 einschalten. Sobald die UP-Taste losgelassen wird läuft die Nachführung mit der solaren Geschwindigkeit, die aus der gespeicherten Nachführfrequenz berechnet wird.

Spielausgleich DE

Wenn man genau nachführen will, muss manchmal auch in Deklination korrigiert werden. Erfolgt dies abwechselnd mal in die eine und danach in die andere Richtung, so macht sich bei den meisten Montierungen das Spiel des Getriebes und der Schnecke für Deklination unangenehm bemerkbar. Es dauert oft mehrere Sekunden bis einer halben Minute bis das Spiel nach einem Richtungswechsel durchlaufen ist, und die Korrektur anspricht. Um dies zu umgehen kann Ihre MTS-3 dieses Spiel mit einer kurzzeitig hohen Geschwindigkeit durchlaufen.
Zum Einstellen des Spiels sind die Dipschalter Nr. 1-8 vorgesehen. Es kann auf maximal 1020 Halbschritte in 4er-Stufen eingestellt werden.

Die Grösse dieses Spiels muss für jede Montierung experimentell ermittelt werden.
Stellen Sie zunächst nur Nr.8 auf ON (1-7 OFF). Drücken Sie abwechselnd die UP- und die DOWN-Taste. Wenn sich das Objekt im Okular bewegt, ist das Spiel zu bereits zu gross eingestellt. Setzen Sie den Dipschalter auf OFF und den nächstkleineren auf ON.
Wiederholen Sie diese Prozedur, bis Sie gerade keine Bewegung mehr registrieren.
Um die Einstellung noch mehr zu verfeinern, schalten Sie zusätzlich den nächstkleineren Dipschalter auf ON und machen nach dem Schema weiter, bis das verbleibende Spiel auf ein akzeptables Mass reduziert ist.
Versuchen Sie nicht, das Spiel zu genau einzustellen, denn ein geringes verbleibendes Spiel ist unschädlich, eine Überkompensation wirkt sich aber negativ aus.
Es kann auch sein, dass je nach Stellung der Montierung und der Deklinationsschnecke das Spiel leicht unterschiedlich ausfällt. Stellen Sie daher vor jeder Astroaufnahme sicher, dass keine Überkompensation vorliegt.

PEC Periodische Fehlerkorrektur RA
Bei vielen Montierungen erzeugt der Schneckenantrieb der Rektaszensionsachse einen mehr oder weniger grossen periodischen Fehler, hervorgerufen durch mechanische Ungenauigkeiten der Schnecke. Die Periode entspricht genau der Zeit für eine komplette Schneckenumdrehung während der Motor mit korrekter Nachführgeschwindigkeit läuft.
Zwar gibt es auch noch andere Fehlerquellen, doch ist deren Behebung zum Teil schwierig, unmöglich oder nicht sinnvoll, und daher nicht Bestandteil der MTS-3-Funktionen.
Wenn Sie aber eine Montierung mit einer wirklich schlechten RA-Schecke besitzen, dürfen wir davon ausgehen, dass zumindest dieser periodische Fehler durch die PEC erheblich zu reduzieren ist.
Die PEC ist eine recht komplexe rechenintensive Funktion (zumindest für den Microcontroller) und erfordert ein wenig Ihr Mitdenken, wenn sie korrekt funktionieren soll. Fehlbedienung oder falsche Vorgaben führen zu Fehlern.

Verwenden Sie daher die PEC nur, wenn:
-Sie mit der PEC-Funktion vertraut sind.
-die RA-Schnecke einen eindeutigen periodischen Fehler hat.
-die Nachführfrequenz stimmt.
-die Motor*Getriebe-Untersetzung korrekt programmiert ist.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, können Sie die PEC-Tabelle aufnehmen. Gehen Sie wie folgt vor:

1. Richten Sie Ihr Teleskop auf einen Stern aus, und zentrieren Sie ihn im Fadenkreuzokular. Verwenden Sie dafür den normalen Nachführmodus.
2. Der SLOW/FAST-Schalter muss auf SLOW-Position stehen.
3. Stellen Sie den ON/OFF-Schalter auf OFF-Position.
4. Drücken Sie die LEFT-Taste und stellen gleichzeitig den ON/OFF-Schalter auf ON-Position. Lassen Sie dann die LEFT-Taste los.
5. Sie haben jetzt 10 Sekunden Zeit bevor der PEC-Record-Modus startet. Währenddessen sollten Sie den Stern wieder auf dem Fadenkreuz haben. Führen Sie nun in RA möglichst exakt nach, solange die LED abwechselnd gelb oder dunkel ist.

Ein Neustart der Aufnahme ist durch kurzes Schalten auf FAST und zurück auf SLOW solange möglich, bis Prozedur beendet ist und die LED rot leuchtet. Fortan ist die PEC aktiv, und korrigiert die Nachführfrequenz in kurzen periodischen Abständen selbständig ohne Ihr Zutun.

Ist die PEC aktiv, können Sie die MTS-3 bedienen wie sonst auch.
Die PEC wird ungültig, wenn einer der folgenden Umstände eintritt:
-Sie starten den PEC-Record-Modus, und brechen ihn vor Beenden ab.
-Die Stromversorgung ist ausgefallen während die MTS-3 ON war.
-Die RA-Schnecke wurde manuell verdreht oder nicht geklemmt.
-Die Motor*Getriebe-Untersetzung wurde verändert.
-Der Stellung des RA-Motors entspricht nicht den Schrittimpulsen der MTS-3. Dieser Fall tritt z.B. auf bei Überlast, Blockieren, Motor nicht/falsch angeschlossen, Stehenbleiben bei zu hoher FAST-Frequenz. Sollte dies der Fall sein, deaktivieren Sie die PEC, falls sie dies noch nicht ist, oder nehmen Sie eine neue PEC-Tabelle auf.

Der momentane Zustand der PEC wird durch die LED signalisiert:

grün	PEC-Tabelle nicht aufgenommen bzw. ungültig	invalid
gelb	PEC-Tabelle gültig, PEC deaktiviert	disabled
rot	PEC-Tabelle gültig, PEC aktiviert	enabled
abwechselnd gelb/dunkel	PEC-Aufnahme läuft gerade. Lichtwechsel signalisiert, dass gerade eine Tabellen-Position xx von insgesamt 32 gespeichert wurde.	PECxx

Sie können die PEC deaktivieren oder aktivieren (falls gültig), wenn sie den PEC-Record-Modus starten und ihn innerhalb von 10 Sekunden beenden. Die PEC-Tabelle wird in diesem Fall nicht verändert.

Stoppuhr
Wenn Sie ein Display angeschlossen haben, können Sie z.B. die Belichtungszeit einer Aufnahme messen. Um die Stoppuhr anzuhalten, müssen Sie auf FAST stellen. Umschalten auf SLOW setzt den Sekundenzähler auf Null und startet die Stoppuhr.

7. Programmierung

Auswahl der Montierung
Für die häufigsten Montierungen können Sie alle Montierungs-spezifischen Einstellungen auf einmal aus einer Tabelle abrufen.
Vergleichen Sie die RA-Frequenz und Motor*Getriebe-Untersetzung mit den Daten Ihrer Montierung.
Halten Sie die Tastenkombination UP-DOWN-RIGHT gedrückt und schalten Sie auf ON. Lassen Sie die Tasten jetzt los. Stellen Sie die Ihrer Montierung entsprechenden Dipschalter (1,2,3) ein, und schalten dann auf OFF. Hiermit sind alle Einstellungen programmiert.

Nichtaufgeführte Montierungen
Sollte Ihre Montierung nicht in der Tabelle enthalten sein, können Sie noch die anderen Möglichkeiten der Programmierung, wie Frequenzen direkt einstellen, Lernmodus und Motor*Getriebe-Untersetzung benutzen.

Montierung	Dip-ON	RA-M*G	RA-SLOW	RA-FAST	DE-SLOW	DE-FAST
Vixen1	---	96*120	19.252588	308.0414	19.252588	308.0414
Vixen2	1--	96*300	48.131470	385.0518	48.131470	385.0518
AstroPhysics	-2-	96*150	32.087647	513.4023	32.087647	513.4023
Losmandy	12-	96*150	60.164338	481.3147	60.164338	481.3147
Astrotec1	--3	400*100	46.423100	742.7696	46.423100	742.7696
Astrotec2	1-3	400*100	92.846200	1485.539	92.846200	1485.539
Takahashi	-23	96*375	100.27389	802.1911	100.27389	802.1911
User-defined	123					

Selbstdefinierte Einstellungen
Sie können alle aktuellen Montierungs-spezifischen Einstellung fest abspeichern. Sie können dann nicht mehr versehentlich verstellt werden, auch nicht durch Zurücksetzen (RESET) aller Einstellungen.
Dazu ist beim Einschalten die Tastenkombination UP-DOWN-LEFT zu drücken.
Zum Wiederabrufen dieser Einstellungen setzen Sie die Dipschalter 1,2,3 auf ON und gehen genauso vor wie bei der Auswahl der Montierung.

Standard-Einstellungen (RESET)
Die MTS-3 wird bereits fertig mit folgenden Einstellungen geliefert:

Montierung:	Vixen1
Korrekturfaktor:	1.5
Beschleunigung:	0
PEC:	ungültig (disabled)
Baudrate:	9600
Displayumleitung:	aus

Sollten Sie - wie auch immer - Ihre MTS-3 so verstellt haben, so dass etwas nicht mehr funktioniert, können Sie diese Standard-Einstellung durch die Tastenkombination UP-DOWN-LEFT-RIGHT beim Einschalten abrufen.

Motor*Getriebe-Untersetzung (RA-M*G)
Für die korrekte Funktion der PEC muss der MTS-3 bekannt sein, wieviele Halbschritte des Schrittmotors für eine komplette Umdrehung der RA-Schnecke notwendig sind.
Dies entspricht den Halbschritten des Schrittmotor pro Umdrehung der Motorachse multipliziert mit der Getriebe-Untersetzung. Wenn Sie die PEC benutzen wollen, müssen Sie diese 2 Zahlen mit den Dipschaltern einprogrammieren (-> siehe Kapitel Dipschalter), falls Sie keine Standard-Montierung gewählt haben.
Gehen Sie wie folgt vor:
1. Besorgen Sie sich diese Zahlen (Montierungs-Handbuch).
2. Diese Zahlen dürfen nicht identisch sein (wieso wird weiter unten beschrieben). Wenn doch, halbieren Sie die eine und verdoppeln die andere, wichtig ist nur, dass das Produkt gleich bleibt. Rechnen Sie beide Zahlen in Binärzahlen um.
3. Stellen Sie die eine Binärzahl an den Dipschaltern 1-10 ein.
4. Drücken Sie die Tastenkombination UP-LEFT-RIGHT beim Einschalten.
5. Stellen Sie die andere Binärzahl an den Dipschaltern 1-10 ein.
6. Schalten Sie die MTS-3 aus. Hiermit ist die Programmierung beendet.

Wenn Sie ein Display angeschlossen haben, können Sie die Programmierung verfolgen, bzw. die aktuellen Einstellungen kontrollieren. Angezeigt wird weiterhin die aus aktueller Nachführfrequenz und Motor*Getriebe-Untersetzung ableitbare Schnecken-Getriebe-Untersetzung. Sollte dieser Wert vom tatsächlichen abweichen, stimmt entweder die Motor*Getrieb-Untersetzung oder die Nachführfrequenz noch nicht ganz.
Wenn nun die Motor*Getriebe-Untersetzung korrekt programmiert ist, haben Sie die Möglichkeit durch die weitere Eingabe der Untersetzung des Schnecken-Getriebes (Zähnezahl des Schneckenrades bei eingängiger Schnecke) die Nachführfrequenz exakt zu programmieren.
Dies ist besonders nützlich, wenn Sie kein Display besitzen und schnell eine genaue Nachführfrequenz einstellen wollen.
Gehen Sie wie folgt vor:
1. Rechnen Sie diese Zahl in eine Binärzahl um.
3. Stellen Sie die diese Binärzahl an den Dipschaltern 1-10 ein.
4. Drücken Sie die Tastenkombination UP-LEFT-RIGHT beim Einschalten.
   Ändern Sie die Dipschalter-Einstellung jetzt nicht mehr!
5. Schalten Sie die MTS-3 aus. Hiermit ist die Programmierung beendet.

Frequenzen direkt einstellen
Für beide Achsen können Sie hiermit sowohl die SLOW-Frequenz als auch die FAST-Frequenz quasi stufenlos einstellen und auch direkt kontrollieren. Wenn ein Display angeschlossen ist wird auch der aktuelle Frequenzwert genau angezeigt. Sie haben die Wahl, ob Sie die Frequenzen in feinen Schritten oder in groben Schritten verstellen wollen.
Mit einer Taste wird die Frequenz erniedrigt, mit der gegenüber liegenden Taste wird sie erhöht. Wenn Sie die Taste längere Zeit gedrückt halten wird die Frequenz immer schneller erhöht/erniedrigt.

	Änderung/Tastendruck	SLOW/FAST-Schalter beim Einschalten
Fein:	1/100000	SLOW
Grob:	1/1000	FAST

Beim Ausschalten Taste gedrückt:	nicht speichern, alte Werte erhalten
Beim Ausschalten keine Taste gedrückt:	speichern, alte Werte überschreiben

Wenn Sie einen der beiden Programmiermodi dann aktiviert haben, hängt es vom SLOW/FAST-Schalter ab, ob die SLOW- oder die FAST-Frequenz bei Tastendruck verändert werden kann. Sie können beliebig SLOW und FAST umschalten und beide Frequenzen verändern. Stellen Sie die Frequenzen erst grob und dann fein ein.
Stören Sie sich nicht daran, dass das Display eine höhere Genauigkeit anzeigt, als Sie einstellen können. 1/100000-Genauigkeit ist mehr als ausreichend. Der Frequenzbereich reicht für SLOW von 1 Hz bis 1000 Hz , für FAST von 15 Hz bis 5000 Hz.
Wundern Sie sich nicht, wenn Ihr Schrittmotor ab einer gewissen Frequenz stehenbleibt bzw. keine Kraft mehr hat. Stellen Sie die FAST-Frequenz also nur so hoch ein, dass er sicher läuft.
Beachten Sie auch den Einfluss der Beschleunigungs-Einstellung.

RA-Frequenzen
Halten Sie die Tastenkombination LEFT-RIGHT beim Einschalten gedrückt. Jetzt können Sie die RA-Frequenzen verändern, mit UP erhöhen und mit DOWN erniedrigen.
Der Deklinationsmotor bleibt abgeschaltet und reagiert nicht auf UP und DOWN.
Der RA-Motor verhält sich wie beim Nachführen und reagiert ganz normal auf LEFT und RIGHT. Um die FAST-Frequenz zu kontrollieren, können Sie die LEFT- oder die RIGHT-Taste betätigen.
Wenn Sie dann die Frequenzen auf die gewünschten Werte gebracht haben, können Sie die MTS-3 ausschalten. Dabei werden beide Frequenzen abgespeichert, falls Sie keine Taste drücken.

DE-Frequenzen
Halten Sie die Tastenkombination UP-DOWN beim Einschalten gedrückt. Jetzt können Sie die DE-Frequenzen verändern, mit RIGHT erhöhen und mit LEFT erniedrigen.
Der Rektaszensionsmotor läuft dabei mit Nachführgeschwindigkeit, reagiert aber nicht auf LEFT und RIGHT.
Der DE-Motor verhält sich wie beim Nachführen und reagiert ganz normal auf UP und DOWN. Um die Frequenzen zu kontrollieren, können Sie die UP- oder die DOWN-Taste betätigen.
Wenn Sie dann die Frequenzen auf die gewünschten Werte gebracht haben, können Sie die MTS-3 ausschalten. Dabei werden beide Frequenzen abgespeichert, falls Sie keine Taste drücken.

Lernmodus RA
Hiermit haben Sie die Möglichkeit die RA-Nachführfrequenz immer genauer einzustellen während Sie nachführen. Speziell für diesen Modus ist der Korrekturfaktor auf 2.0 (Maximalwert) gesetzt, unabhängig von der Einstellung. Der DE-Motor verhält sich wie beim Nachführen. Die PEC wird nicht berücksichtigt.
Es kann ratsam sein die RA-Nachführfrequenz bereits vorher mit der RA-Frequenzen-Direkteinstellung zumindest grob einzustellen. Eine bereits exakt eingestellte Frequenz können Sie aber durch denn Lernmodus nicht verbessern. Dennoch kann es sinnvoll sein, den Lernmodus z.B. zum Nachführen von Mond oder Kometen zu benutzen.

Um den Lernmodus optimal einzusetzen, gehen Sie wie folgt vor:
1. Suchen Sie sich einen Stern (möglichst hochstehend und äquatornah) aus und versuchen ihn im Fadenkreuzokular einzustellen.
2. Aktivieren Sie dann den Lernmodus indem Sie die Tastenkombination UP-RIGHT beim Einschalten gedrückt halten.
3. Lassen Sie die Nachführung einige Sekunden laufen und versuchen Sie dann den Stern mit Tastenbetätigungen in die Fadenkreuzmitte zu bringen.
4. Wenn der Stern genau in der Fadenkreuzmitte ist, schalten Sie kurz auf FAST und dann auf SLOW. Hiermit wird der Lernvorgang gestartet. Dies können Sie so oft wiederholen, wie es nötig ist.
5. Lassen Sie jetzt SLOW eingestellt und versuchen Sie den Stern in der Fadenkreuzmitte zu halten. Sollte dies nicht möglich sein, war die Ausgangsfrequenz zu niedrig. Starten Sie in diesem Fall den Lernvorgang erneut und betätigen Sie die RIGHT-Taste um die Frequenz zu erhöhen und machen Sie bei Punkt 4 weiter.

6. Je länger Sie nachführen, desto genauer wird die Nachführfrequenz. Empfehlenswert wäre die Dauer einer Schneckenumdrehung (um einen periodischen Fehler auszuschliessen) oder einem Vielfachen davon. Wenn Ihnen die Nachführgenauigkeit gut genug erscheint, können Sie die erlernte Nachführfrequenz durch Ausschalten abspeichern, wenn der Stern in der Fadenkreuzmitte ist.

Korrekturfaktor RA

Der Korrekturfaktor RA gibt an, um wieviel sich die Nachführfrequenz im SLOW-Modus durch Betätigung der RIGHT-Taste erhöht, bzw. durch Betätigung der LEFT-Taste verringert (2.0 minus Korrekturfaktor RA). Es sind 16 verschiedene Einstellungen von 1.0625 bis 2.0000 möglich. Sie können den voreingestellten Wert von 1.5000 verändern, indem Sie die RIGHT-Taste beim Einschalten gedrückt halten. Durch Drücken der UP-Taste erhöht sich der Wert, durch Drücken der DOWN-Taste wird er verringert. Die möglichen Werte können durch den Farbwechsel der LED voneinander unterschieden werden.
Gleichzeitig kann mit der LEFT- und der RIGHT-Taste die Einstellung kontrolliert werden, oder falls ein Display angeschlossen ist, direkt abgelesen werden.
Durch Abschalten wird der eingestellte Korrekturfaktor RA gespeichert.

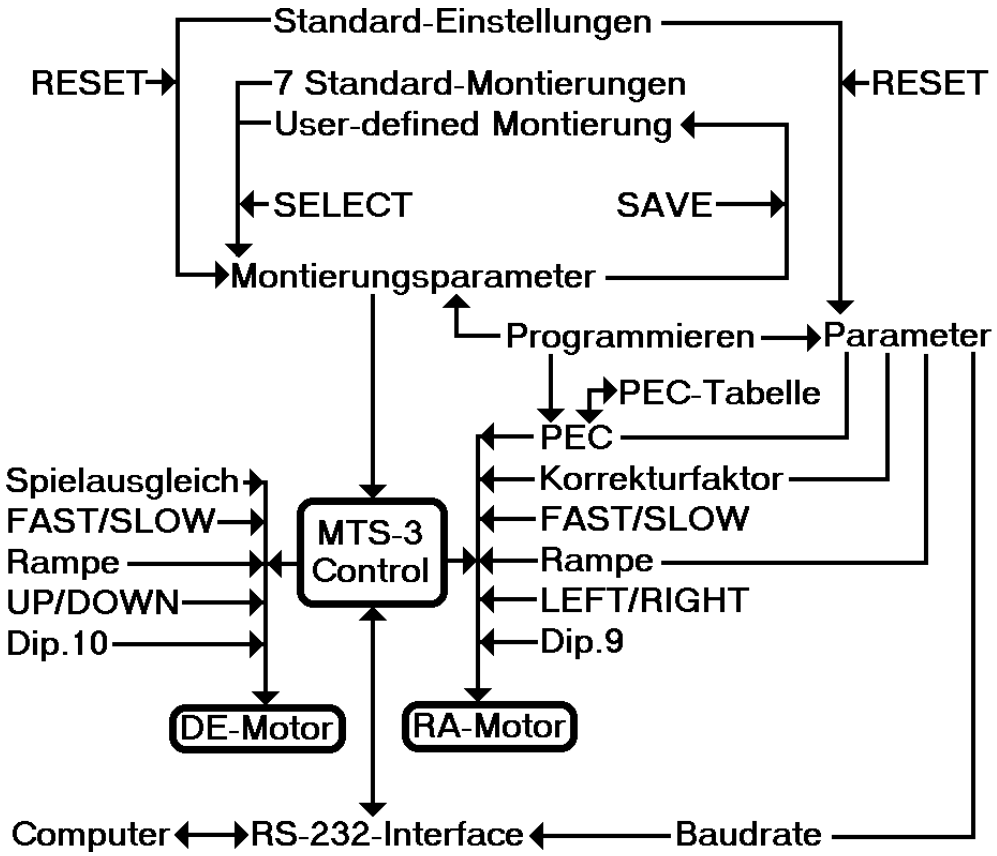
Beschleunigung

Um die Schrittmotoren für den Schnellgang oder zum Positionieren ohne Schrittverlust oder gar Stehenbleiben auf eine hohe Geschwindigkeit zu bringen, benutzt die MTS-3 eine Rampensteuerung. Dabei werden die Motoren allmählich beschleunigt bzw. abgebremst.
Die Grösse der Beschleunigung können Sie in 8 wählbaren Stufen programmieren. Hierfür stellen Sie die Binärwerte für 0 (klein) bis 7 (gross) an den Dipschaltern 1-3 ein (die anderen werden ignoriert).
Dieser Wert wird einprogrammiert indem Sie die Tastenkombination DOWN-RIGHT beim Einschalten gedrückt halten, loslassen und dann ausschalten.
Sie sollten auf jeden Fall testen ob die Schrittmotoren die gewählte Beschleunigung mitmachen.

8. Anzeigedisplay (LC-Display)

An der MTS-3 ist als Zubehör auch eine digitale Anzeige anschliessbar. Es handelt sich dabei um ein alphanumerisches Flüssigkristall-Display (LCD) mit zwei Zeilen zu je 16 Zeichen.
Es ist dazu vorgesehen, die MTS-3 leichter, schneller, sicherer und genauer zu programmieren und alle aktuellen Einstellungen anzuzeigen.
Grundsätzlich ist die MTS-3 aber auch ohne Display programmierbar.
Darüber hinaus zeigt das Display im Nachführmodus an:
-Grösse des eingestellten Spielausgleichs DE
-Schrittposition RA
-Schrittposition DE
-Zustand der PEC im Aufnahme-Modus
-Sekundenstand der Stoppuhr
Das Display befindet sich in einem separatem (MTS-3 gleichen) Gehäuse und wird über ein Flachbandkabel an die Stiftleiste der MTS-3 angeschlossen. Das Display muss vor Anlegen der Betriebsspannung an die MTS-3 eingesteckt sein.

9. Funktion, schematische Darstellung



10. RS-232-Interface

Mit der Version 2.00 unterstützt die MTS-3 erstmals den seriellen Anschluss eines Personal Computers über die RS-232-Schnittstelle.
Hiermit eröffnen sich für Sie eine Menge interessanter Möglichkeiten, die mit den Vorgänger-Versionen nicht möglich waren.
Übrigens können auch alle älteren MTS-3 mit einer Nachrüstung auf die Version 2.00 die RS-232 nutzen.

Anwendungsmöglichkeiten
1. In einfachsten Fall können Sie mit Ihrem PC auf dem Monitor das LC-Display simulieren. Das dafür notwendige kleine QBasic-Terminalprogramm ist als Listing in der Anleitung enthalten. Sie bekommen alles angezeigt, was auf dem LC-Display auch angezeigt wird. Somit können Sie die MTS-3 ebenso einfach wie mit dem separatem LC-Display programmieren.
2. Sie können die Bedienung der MTS-3 komplett über Ihren PC vornehmen, alle Taster, Schalter und Dipschalter per Befehl setzen und zurück setzen. Damit können Sie Ihre MTS-3 aus der Ferne bedienen.

3. Sämtliche Tasten- und Schalterstellungen, Systemzeit sowie Schrittpositionen für RA und DE können beliebig ausgelesen und auf dem PC angezeigt, ausgewertet oder gespeichert werden.
4. Sie können den Parameterspeicher der MTS-3 sowohl einzeln als auch komplett auslesen und zurückspeichern. Hiermit besteht die Möglichkeit die eingestellten Parameter der MTS-3 zu sichern und in Sekundenschnelle die MTS-3 komplett - z.B. für verschiedene Montierungen - zu rekonfigurieren. Mit dem Parameterspeicher haben Sie auch Zugriff auf die PEC-Daten für spezielle Auswertungen.
5. Die enthaltenen Befehle für schnelles Positionieren (5000Hz), FAST und SLOW-Geschwindigkeit setzen, erlauben es Ihnen, auf Ihren PC eine Teleskopsteuerung nach Ihren Vorstellungen zu realisieren. Den Möglichkeiten sind hier kaum Grenzen gesetzt.
Angefangen von kleinen Funktionserweiterungen bis hin zu einer komfortablen automatischen Objekt-Positionierung oder kompletten vollautomatischen Beobachtungsprogrammen ist alles drin.
6. Sie können die Möglichkeiten 1 bis 5 alle zusammen gleichzeitig nutzen.
7. Sie dürfen die MTS-3 auch für "nicht-astronomische Aufgaben" zweckentfremden.

Baudraten und Display-Umleitung
Für die Kommunikation mit dem PC steht Ihnen eine Auswahl verschiedener Baudraten zur Verfügung. Die Baudrate des PCs und der MTS-3 müssen dabei identisch sein. Benutzen Sie hohe Baudraten, wenn Sie schnell viel Daten übertragen müssen, und niedrige, wenn Sie eine möglichst hohe Sicherheit anstreben und/oder eine sehr lange Kabelverbindung haben.
Weiterhin besteht die Möglichkeit die Display-Umleitung auf die RS-232 so einzustellen, dass sie ohne weiteren Befehl sofort aktiv ist. Dies könnte z.B. sinnvoll sein, wenn Sie ein Extra-LC-Display an die RS-232 anschliessen möchten.
Zum Programmieren der Baudraten und Display-Umleitung halten Sie beim Einschalten die Tastenkombination LEFT-RIGHT-DOWN gedrückt. Die Dipschalter 1-3 bestimmen die Baudrate, Dipschalter 4 die Display-Umleitung, alle anderen werden ignoriert.

Baudrate	9600	19200	28800	38400	0(aus)	2400	4800	57600
Dip ON	---	1--	-2-	12-	--3	1-3	-23	123

Dip 4 OFF:	Display-Umleitung aus
Dip 4 ON:	Display-Umleitung ein

Die übrigen Parameter sind: 8 Datenbits, 1 Stopbit, keine Parität und kein Handshaking.

Wenn Sie die Dipschalter entsprechend eingestellt haben, schalten Sie zum Abspeichern die MTS-3 aus. Die neuen Einstellungen werden von der MTS-3 erst nach einem Neustart beim Anlegen der Versorgungsspannung benutzt. Solange gelten noch die alten Einstellungen.

Kommunikationsprotokoll, Daten-/Befehlsformate
Für die fehlerfreie Kommunikation zwischen MTS-3 und PC ist ein spezielles Protokoll definiert, das es erlaubt Daten und Befehle an die MTS-3 zu senden und Daten von der MTS-3 zu empfangen.

Als Befehle sind Ein-Byte-Binärcodes für eine bestimmte Funktion definiert. Nach dem Empfang dieses Binärcodes führt die MTS-3 den entsprechenden Befehl aus.
Einige Befehle benötigen zu ihrer Ausführung zusätzliche Daten. Diese Daten müssen vor Senden des Befehlcodes in einen 4 Byte fassenden Datenpuffer der MTS-3 geladen werden. Grundsätzlich bestehen diese Daten befehlsabhängig immer aus einer 4-Byte Binär-Integerzahl (long) oder einer 4-Byte Binär-Fliesskommazahl (IEEE single precision float).
Damit die MTS-3 Daten von Befehlcodes unterscheiden kann, gibt es 2 spezielle Befehle, die jeweils ein Halbbyte (nibble) im Befehlscode codieren und in den Datenpuffer laden. Um den Datenpuffer mit 4 Bytes Daten zu laden sind also immer 8 Bytes an die MTS-3 zu senden.
Die Übertragung beginnt immer mit dem höchstwertigen Halbbyte und endet mit dem niederwertigsten Halbbyte. Wie dies genau aussieht, können Sie bei den Befehlsbeschreibungen und QBASIC-Routinen nachlesen.
Einige Befehle liefern Daten an den PC zurück, und zwar befehlsabhängig immer ein Byte oder 4 komplette Bytes (long). Diese Daten werden in ihrer Binärform gesendet, wobei im Fall von 4 Bytes das höchstwertige Byte zuerst kommt, und zuletzt das niederwertigste Byte.

Befehlsgruppen

Der Befehlssatz ist unterteilt nach mehreren Gruppen von Befehlen:

-Steuerbefehle:	Display, Tasten ein/aus, reset
-Lesebefehle:	Position, Datenpuffer, Zeit, Tasten, Dips., ready
-Motorbefehle:	Positionieren, Geschwindigkeit, Start, Stop, Aus
-Speicherbefehle:	Parameterspeicher lesen/schreiben

Je nach Befehlsgruppe gibt es Besonderheiten zu beachten:
-Einige Befehle benötigen Daten. Diese müssen vorher in den Datenpuffer geladen worden sein.
-Einige Befehle senden Daten. Ein neuer Befehl darf erst nach Empfang aller Daten gegeben werden. Ausserdem muss die Display-Umleitung abgeschaltet sein.
-Einige Befehle benötigen eine längere Ausführungszeit. Währenddessen darf kein weiterer Befehl mit längerer Ausführungszeit gegeben werden. ready-Befehl abfragen !
-Einige Befehle sind nicht in jedem Betriebsmodus möglich.
-die Speicherbefehle brauchen aus Sicherheitsgründen eine Freigabe durch einen Schlüsselcode.
Die Befehls-Besonderheiten sind bei einzelnen Beschreibung vermerkt.

Befehlsliste/Befehlsbeschreibung

Abkürzungen	Bedeutung
RD1	liefert 1 Byte zurück
RDL4	liefert 4 Bytes als long zurück
WRL4	erwartet 4 Bytes als long
WRF4	erwartet 4 Bytes als float
BUSY	längere Ausführungszeit
TR	nur im Nachführmodus möglich
OFF	nur in OFF-Position möglich
X,x	undefiniert
-	keine Beschränkung

Befehlsname	Hex-Code	Funktion	Besonder-heiten
loadhighnibble	8XH	oberes Halbbyte X in Datenpuffer laden	-
loadlownibble	9XH	unteres Halbbyte X in Datenpuffer laden, setzt Zeiger auf nächstes Byte	-
displayon	A0H	Display-Umleitung ein	-
displayoff	A1H	Display-Umleitung aus	-
ready	A2H	liefert 0, wenn letzter Befehl beendet ist, sonst letzten Befehlscode	RD1
resetbuffer	A3H	setzt Zeiger auf erstes Byte von Datenpuffer. Ermöglicht Freigabe von readEEprom/ writeEEprom, wenn ein bestimmter Schlüsselcode im Datenpuffer ist	(WRL4)
upon	A4H	setzt UP-Taste	-
upoff	A5H	löst UP-Taste	-
downon	A6H	setzt DOWN-Taste	-
downoff	A7H	löst DOWN-Taste	-
lefton	A8H	setzt LEFT-Taste	-
leftoff	A9H	löst LEFT-Taste	-
righton	AAH	setzt RIGHT-Taste	-
rightoff	ABH	löst RIGHT-Taste	-
modeon	ACH	reserviert, nicht benutzen!	-
modeoff	ADH	reserviert, nicht benutzen!	-
onon	AEH	setzt ON	-
onoff	AFH	setzt OFF	-
faston	B0H	setzt FAST	-
fastoff	B1H	setzt SLOW	-
notracking	B2H	für Nachführmodus sind Motoren anfangs ausgeschaltet	OFF
readswitch	B3H	liefert alle Schalter/Tasten in 1 Byte codiert: X,X,ON,FAST,UP,DOWN,LEFT,RIGHT gesetztes Bit=Taste/Schalter ein	RD1
readswitchtime	B4H	liefert 1. Byte wie readswitch + 3 Bytes Systemzeit in 1/100 Sekunden seit Spannungsanlegen	RDL4
readtime	B5H	liefert 1. Byte=0 + 3 Bytes Systemzeit in 1/100 Sekunden seit Spannungsanlegen	RDL4
readbuffer	B6H	liefert aktuellen Datenpuffer	RDL4
readRA	B7H	liefert aktuelle RA-Position	RDL4
readDE	B8H	liefert aktuelle DE-Position	RDL4
readdip	B9H	liefert aktuelle Dipschalter-Stellung [0,1023]	RDL4
writedip	BAH	ersetzt Dipschalter-Stellung durch Datenpuffer [0,1023],bis readdip erneut aufgerufen wird	WRL4
writeaccel	BBH	setzt Beschleunigung auf Datenpuffer [0,7],darf nicht während Schnellgang gesetzt werden.	WRL4
writeRApos	BCH	startet Positionierung RA mit Zielposition Datenpuffer oder aktualisiert Zielposition	WRL4, BUSY,TR

writeDEpos	BDH	startet Positionierung DE mit Zielposition Datenpuffer oder aktualisiert Zielposition	WRL4, BUSY,TR
writeRAlimit	BEH	aktualisiert FAST-Frequenz RA durch Datenpuffer [15.0,5000.0]	WRF4, BUSY,TR
writeDElimit	BFH	aktualisiert FAST-Frequenz DE durch Datenpuffer [15.0,5000.0]	WRF4, BUSY,TR
writeRAslow	C0H	aktualisiert SLOW-Frequenz RA durch Datenpuffer [±1.0,±1000.0]	WRF4, BUSY,TR
writeDEslow	C1H	aktualisiert SLOW-Frequenz DE durch Datenpuffer [±1.0,±1000.0]	WRF4, BUSY,TR
Pecon	C2H	schaltet PEC ein	BUSY,TR
pecoff	C3H	schaltet PEC aus	BUSY,TR
pecrec	C4H	startet PEC-Record neu	BUSY,TR
Ratrack	C5H	startet SLOW RA-Motor	BUSY,TR
RAstop	C6H	hält RA-Motor an	BUSY,TR
RApowerdown	C7H	schaltet RA-Motor (Strom) aus	BUSY,TR
Detrack	C8H	startet SLOW DE-Motor	BUSY,TR
Destop	C9H	hält DE-Motor an	BUSY,TR
DEpowerdown	CAH	schaltet DE-Motor (Strom) aus	BUSY,TR
readEEprom	CBH	liefert Parameterspeicher-Daten an Adresse Datenpuffer: [adr,x] als [adr,data]. Schlüsselcode muss vorher gesetzt sein, sonst wird readEEprom nicht ausgeführt.	BUSY, OFF, WRL4, RDL4
writeEEprom	CCH	schreibt Parameterspeicher-Daten an Adresse Datenpuffer: [adr,data], Schlüsselcode muss vorher gesetzt sein, sonst wird writeEEprom nicht ausgeführt.	BUSY, OFF, WRL4

Display-Umleitung

Mit dem Befehl displayon wird die Display-Umleitung eingeschaltet, sollte sie noch nicht fest als Einstellung programmiert sein. Alle Daten, die die MTS-3 danach sendet müssen durch ein Programm, das den Befehlssatz des LC-Display versteht, als Anzeige auf dem Monitor umgesetzt werden. Rufen Sie keine anderen Daten ab, wenn die Display-Umleitung eingeschaltet ist. Der Befehl displayoff schaltet die Display-Umleitung wieder aus.

Tastensimulation

Die Befehle, die Tasten/Schalter setzen oder lösen bewirken dasselbe, wie wenn Sie die MTS-3 manuell bedienen. Ist ein Taster/Schalter durch einen Befehl gesetzt, kann dieser nur durch den komplementären Befehl wieder gelöst werden. Für die Befehle writedip/readdip gilt dasselbe. Befehle für Tasten/Schalter sind in jedem Betriebsmodus erlaubt.

Taster und Schalter sind LOW-aktiv. Ein gesetzter Taster/Schalter treibt gleichzeitig den korrespondierenden Anschlusspin an der Stiftleiste auf LOW-Pegel.

Daten auslesen

Die Befehle, die Daten lesen, sind in jedem Betriebsmodus erlaubt (ausser readEEprom). readRA und readDE liefern die aktuelle Position der Schrittmotoren in Halbschritten. Wenn Sie die MTS-3 einschalten, enthält die RA-Position immer die letzte RA-Position reduziert auf das Intervall ±Motor*Getriebe (wegen PEC):RA-Position modulo Motor*Getriebe. Die DE-Position ist anfangs immer Null.

Bei der Ausführung von Befehlen mit längerer Ausführungszeit (BUSY-Befehle) sollte der ready-Befehl vorher so oft abgefragt werden,
bis er eine Null liefert. Der Datenpuffer-Inhalt besteht immer aus den zuletzt geschriebenen oder gelesenen Daten. Der Datenpuffer bleibt ansonsten erhalten. Mit dem Befehl readbuffer können die zuletzt gesendeten (4-Byte) Daten überprüft, oder die zuletzt empfangenen (4-Byte) Daten nochmals abgerufen werden.

Positionieren, Motorbefehle
Die Befehle writeRApos und writeDEpos veranlassen die MTS-3 selbständig inklusive Beschleunigen und Bremsen den gewählten Zielpunkt in Halbschritten punktgenau anzufahren und dann anzuhalten. Der PC kann durch zyklisches Abfragen von readRA/readDE feststellen, wann der Zielpunkt erreicht ist. Während der Motor einen Zielpunkt anfährt darf jederzeit
ein neuer Zielpunkt vorgegeben werden oder die Maximalgeschwindigkeit durch writeRAlimit/writeDElimit verändert werden, oder bereits eine neue SLOW-Frequenz eingestellt werden.

Die Positionierung wird beendet bzw. abgebrochen:
-wenn der Zielpunkt erreicht ist
-durch RAtrack, RAstop (DEtrack, DEstop)
-durch Tastendruck von LEFT, RIGHT (UP, DOWN)

Die Befehle RApowerdown, DEpowerdown, writeaccel oder das Ausschalten sollten nur im Stillstand oder SLOW-Modus verwendet werden, da durch den plötzlichen Stopp sonst Schritte verloren gehen könnten.

Das Nachführen einer Achse wird beendet:
-durch die Befehle RAstop (DEstop)
-durch die Befehle RApowerdown (DEpowerdown), welche zusätzlich
den Motorstrom abschalten und die MTS-3 in einen Power-SAVE
Standby-Modus schalten.

Das Nachführen einer Achse bzw. der SLOW-Modus wird gestartet:
durch die Befehle RAtrack (DEtrack)
-durch Tastendruck von LEFT, RIGHT (UP, DOWN)
Im übrigen wird der Motorstrom nach einem Stillstand(=Frequenz 0.0) von 2.56 Sekunden abgeschaltet. Ändert sich die Frequenz z.B. durch Tastendruck/-loslassen, wird er automatisch wieder eingeschaltet.
Die Funktionen beider Achsen arbeiten völlig unabhängig voneinander, analog zu der manuellen Bedienung, die jederzeit parallel zu den Motorbefehlen erfolgen kann.

Spielausgleich DE
Der Spielausgleich DE wird auch beim Positionieren berücksichtigt. Dadurch wird eine Zielvorgabe bei Richtungswechsel automatisch um den eingestellten Betrags des Spiels korrigiert. Dies sollten Sie bei der Positions-Vorgabe und Positions-Abfrage berücksichtigen.
Andernfalls ist der Spielausgleich ist durch writedip(0) abzuschalten.

Parameter-Daten auslesen und laden
Die Befehle readEEprom und writeEEprom lesen Daten aus dem Parameterspeicher bzw. schreiben Daten zurück in den Parameterspeicher. Diese Befehle können nur ausgeführt werden:
-im ausgeschalteten Zustand (OFF-Position)
-wenn sie zuvor durch folgenden Schlüsselcode freigegeben wurden:
Laden des Hex-Wertes 12345678H in den Datenpuffer und anschliessendem resetbuffer-Befehl (A3H).Wird der resetbuffer-Befehl mit anderen Daten ausgeführt, werden readEEprom und writeEEprom wieder gesperrt.

Der Parameterspeicher (EEprom) ist wortweise (16 Bit) organisiert, und belegt insgesamt 128 Bytes. Ein Lese- oder Schreibzugriff ist nur wortweise und nur auf geraden Adressen möglich. readEEprom erwartet die Adresse im Datenpuffer und liefert Adresse und Daten zurück. writeEEprom erwartet die Adresse und Daten im Datenpuffer und liefert nichts zurück:

	readEEprom Datenpuffer	readEEprom Rückgabewert	writeEEprom Datenpuffer
1.Byte	High(Adresse)	High(Adresse)	High(Adresse)
2.Byte	Low(Adresse)	Low(Adresse)	Low(Adresse)
3.Byte	undefiniert	High(Daten)	High(Daten)
4.Byte	undefiniert	Low(Daten)	Low(Daten)

Durch das spezielle Format können Adressen und Daten zusammen als long-Wert behandelt werden. Dadurch wird das Lesen, Aktualisieren und Zurückladen einzelner Parameter vereinfacht. Ein Rückgabewert von readEEprom kann direkt als Eingabewert von writeEEprom dienen.

Parameterspeicher (EEPROM)
Grösse: 128 Bytes Organisation: 64 * 16 Bits
Byte-Reihenfolge: big endian (höchstwertiges Byte an unterer Adresse, niederwertigstes Byte an oberer Adresse)
Ebenfalls benutzt von 68xxx (Macintosh,Amiga,Atari)
Anmerkung: 80x86 benutzt little endian (umgekehrte Reihenfolge!)
zu beachten: MTS-3 benutzt intern spezielles Format mit anderer Position von Vorzeichen und Exponent.
float format single precision (32bit):

MTS-3:	Exponent:8 , Sign:1 , Mantissa: 23 + hidden bit
	EEEEEEEE SMMMMMMM MMMMMMMM MMMMMMMM
IEEE:	Sign:1 , Exponent:8 , Mantissa: 23 + hidden bit
	SEEEEEEE EMMMMMMM MMMMMMMM MMMMMMMM

Adresse	Typ	Parameter	RESET-Inhalt
0	long	Motor*Getriebe	11520L
4	float	DE-SLOW	19.252588
8	float	DE-FAST	308.0414
12	float	RA-SLOW	19.252588
16	float	RA-FAST	308.252588
20	long	User-Motor*Getriebe	-
24	float	User-DE-SLOW	-
28	float	User-DE-FAST	-
32	float	User-RA-SLOW	-
36	float	User-RA-FAST	-
40	float	Korrekturfaktor	1.5000000
44	long	RA-Position modulo Motor*Getriebe	0L
48	long	reserviert	0L
52	bitfield	pecactive 0:1 pecvalid 1:1 acceleration 2:3 mountselect 5:3 baudrate 8:3 display 11:1	0 0 0 0 0 0
54	short	Stoppuhr	0
56	int[32]	PECTABLE	0[32]
120	long	PECBASE	0L
124	long	PECDIFF	0L

11. QBasic Beispielroutinen

```
DECLARE FUNCTION receivelong& ()
DECLARE SUB sendlong (daten&)
DECLARE SUB sendfloat (freq!)
DECLARE SUB delay (sec!)
```

Beispiel1:
```
'Beispiel für Dipschalter, Taster, Zeit und Position auslesen
Baudrate& = 9600
GOSUB initport          'COM2 öffen
CLS
DO
  LOCATE 1, 1
  PRINT #1, CHR$(&HB4);   :  x& = receivelong&        'readswitchtime
  tasten& = x& \ &H1000000
  IF tasten& AND 1 THEN PRINT "RIGHT" ELSE PRINT "     "
  IF tasten& AND 2 THEN PRINT "LEFT" ELSE PRINT "    "
  IF tasten& AND 4 THEN PRINT "DOWN" ELSE PRINT "    "
  IF tasten& AND 8 THEN PRINT "UP" ELSE PRINT "  "
  IF tasten& AND 16 THEN PRINT "FAST" ELSE PRINT "SLOW"
  IF tasten& AND 32 THEN PRINT "ON " ELSE PRINT "OFF"
  PRINT "Zeit: "; x& AND &HFFFFFF
  PRINT #1, CHR$(&HB9);   :   PRINT "Dip: "; receivelong&  'readdip
  PRINT #1, CHR$(&HB7);   :   PRINT "RA: "; receivelong&   'readRA
  PRINT #1, CHR$(&HB8);   :   PRINT "DE: "; receivelong&    'readDE
LOOP WHILE INKEY$ = ""
END
```
Beispiel2:
```
'Positionieren: Motoren fahren endlos 1500 Schrittehin und zurück
Baudrate& = 9600
GOSUB initport          'COM2 öffen
sendlong (3)
PRINT #1, CHR$(&HBB);   'writeaccel
GOSUB waitready
sendfloat (500)
PRINT #1, CHR$(&HBE);   'writeRAlimit
GOSUB waitready
sendfloat (500)
PRINT #1, CHR$(&HBF);   'writeDElimit
DO
  GOSUB waitready
  sendlong (1500)
  PRINT #1, CHR$(&HBD);   'writeDEpos
  delay (2)
  GOSUB waitready
  sendlong (1500)
  PRINT #1, CHR$(&HBC);   'writeRApos
  delay (2)
  GOSUB waitready
  sendlong (0)
  PRINT #1, CHR$(&HBD);   'writeDEpos
  delay (2)
  GOSUB waitready
  sendlong (0)
  PRINT #1, CHR$(&HBC);   'writeRApos
  delay (2)
LOOP WHILE INKEY$ = ""
END
```

Beispiel3:

```
'Programm für die Emulation eines Dotmatrixdisplays wie es für
'die PowerFlex MTS-3 / SINUS-II Teleskopsteuerung verwendet wird.
Baudrate& = 9600
GOSUB initport          'COM2 öffnen
Display:
 CLS
 maxspalte% = 16 : maxzeile% = 2    'Displaygrösse
 zeile% = 0 : spalte% = 0'                Cursor auf 0,0 (links oben)
 rs% = 1                'druckbares Zeichen ein
  PRINT #1, CHR$(&HA0);          'Display-Umleitung einschalten
  DO
    IF INKEY$ <>"" THEN PRINT #1, CHR$(&HA1); :CLOSE: END
      IF LOC(1) > 0 THEN        'Falls Byte empfangen->ausdrucken
     c$ = INPUT$(1, 1)
     c% = ASC(c$)
     IF c% = 255 THEN      '255 geht immer einem Steuerbefehl voraus
       rs% = 0                    'nächstes Byte ist Steuerbefehl
     ELSE
       GOSUB LCD          'Zeichen ausgeben oder Steuerbefehl ausführen
     END IF
    END IF
  LOOP
END

LCD:
  IF rs% = 0 THEN               'Steuerbefehle
    IF c% >= 128 THEN
      IF c% >= 192 THEN zeile% = 1 ELSE zeile% = 0
      spalte% = c% AND &H3F     'dd set
    ELSEIF c% >= 64 THEN        'cg set unused
    ELSEIF c% >= 32 THEN        'function set unused
    ELSEIF c% >= 16 THEN        'shift unused
    ELSEIF c% >= 8 THEN         'displaycontrol unused
    ELSEIF c% >= 4 THEN         'entrymodeset unused
    ELSEIF c% >= 2 THEN
      zeile% = 0: spalte% = 0          'home
    ELSEIF c% >= 1 THEN
      CLS : zeile% = 0: spalte% = 0     'clear
    END IF
    rs% = 1     'druckbares Zeichen ein
    RETURN
  END IF
  'Druckbare Zeichen
  LOCATE zeile% + 1, spalte% + 1
  IF spalte% < maxspalte% AND zeile% < maxzeile% THEN PRINT c$
  spalte% = spalte% + 1
  IF spalte% >= &H50 THEN spalte% = 0
RETURN
```

Beispiel4:

```
'Beispiel für Parameter auslesen/zurückspeichern
Baudrate& = 9600
GOSUB initport          'COM2 öffnen

sendlong(&H12345678)           'Freigabecode
PRINT #1, CHR$(&HA3);               'resetbuffer als EEpromenable

DIM eeprom&(64)                  'Array für Parameter

FOR i& = 0 TO 63                  '64 Worte
  sendlong(i& * 2 * 65536)      'Adresse senden
  PRINT #1, CHR$(&HCB);              'readEEprom
  eeprom&(i&) = receivelong&         'Adresse, Daten empfangen und speichern
  PRINT i&, eeprom&(i&) AND 65535    'Adresse, Daten anzeigen
NEXT
STOP                            'Hier halten, F5 für Rückspeichern

FOR i& = 0 TO 63                  '64 Worte
  sendlong(eeprom&(i&))         'Adresse, Daten aus Array senden
  PRINT #1, CHR$(&HCC);              'writeEEprom
  GOSUB waitready
NEXT
END

waitready:
  DO
    PRINT #1, CHR$(&HA2);           'ready?
  LOOP UNTIL ASC(INPUT$(1, 1)) = 0
RETURN

initport:
OPEN "COM2:2400,N,8,1,CD0,CS0,DS0,OP0,RS,TB2048,RB20480" FOR
RANDOM AS 1
  IF Baudrate& <> 2400 THEN
                                'gilt nur für IBM-Kompatible
    OUT &H2F8 + 3, 128                'Baudrateneingabe ein
    OUT &H2F8 + 0, 115200 \ Baudrate&      'Baudrate low byte
    OUT &H2F8 + 1, 0                  'Baudrate high byte
    OUT &H2F8 + 3, 3        '8 Bit + 1 Stopbit und Baudrateneingabe aus
  END IF
RETURN
```

```
SUB delay (sec)
exittime = TIMER + sec
WHILE TIMER < exittime
WEND
END SUB

FUNCTION receivelong&
  daten$ = "1234"
  FOR i% = 4 TO 1 STEP -1
    MID$(daten$, i%, 1) = INPUT$(1, 1)
  NEXT
  receivelong& = CVL(daten$)
END FUNCTION

SUB sendfloat (freq!)
  daten$ = MKS$(freq!)
  FOR i% = 4 TO 1 STEP -1
    byte% = ASC(MID$(daten$, i%, 1))
    nibblehigh% = (byte% \ 16) + &H80
    nibblelow% = (byte% AND 15) + &H90
    PRINT #1, CHR$(nibblehigh%); CHR$(nibblelow%);
  NEXT
END SUB

SUB sendlong (daten&)
  daten$ = MKL$(daten&)
  FOR i% = 4 TO 1 STEP -1
    byte% = ASC(MID$(daten$, i%, 1))
    nibblehigh% = (byte% \ 16) + &H80
    nibblelow% = (byte% AND 15) + &H90
    PRINT #1, CHR$(nibblehigh%); CHR$(nibblelow%);
  NEXT
END SUB
```

12. Schrittmotoren

Dieses Kapitel soll das Thema Schrittmotor nur in Grundzügen erläutern. Es wendet sich in erster Linie an den Montierungs-Selbstbauer. Es ist nicht schwierig mit der MTS-3 und einem Schrittmotor eine funktionsfähige Nachführung zu konstruieren. Allerdings ist doch einiges zu beachten, wenn es gilt den optimalen Schrittmotor passend für MTS-3 und Montierung zu finden. Dies ist besonders wichtig, wenn erhöhte Anforderungen an die Nachführung gestellt werden, wie schwere Montierung und hohe Geschwindigkeit. Weiterreichende Informationen erhalten Sie in der Fachliteratur und den Broschüren und Datenblättern der Hersteller. Auf Wunsch kann Ihnen eine Liste von Schrittmotorherstellern und Bezugsquellen zugesandt werden.

Schrittmotorfunktion

Der Schrittmotor zeichnet sich dadurch aus, dass er ohne weiteren Regelaufwand den Schrittimpulsen der Ansteuerelektronik exakt mit der Ausführung einer definierten

Drehbewegung ("ein Schritt") folgt. Er ist somit gut geeignet, wenn es auf sehr niedrige als auch hohe Drehgeschwindigkeiten mit exakter Frequenz ankommt.
Es gibt sehr viele Ausführung von Schrittmotoren. Sie unterscheiden sich hauptsächlich in:
- 2-Phasen oder 5-Phasen
- Schrittzahl/Umdrehung (üblich 24,48,100,200,400)
- Phasenwiderstand und -Induktivität
- bipolar und unipolar
- Anzahl der Anschlüsse/Wicklungen
- Stromaufnahme, Leistung und Temperaturfestigkeit
- Bauart/Bauform, Magnetmaterial
- Abtriebswelle, Kugellager, Gleitlager
- Grösse und Gewicht
- Drehmoment und Resonanzverhalten
- Selbsthaltemoment und Mikroschritteignung
- Trägkeitsmoment und Beschleunigungsvermögen
- erzielbare Geschwindigkeit
- Preis und Verfügbarkeit

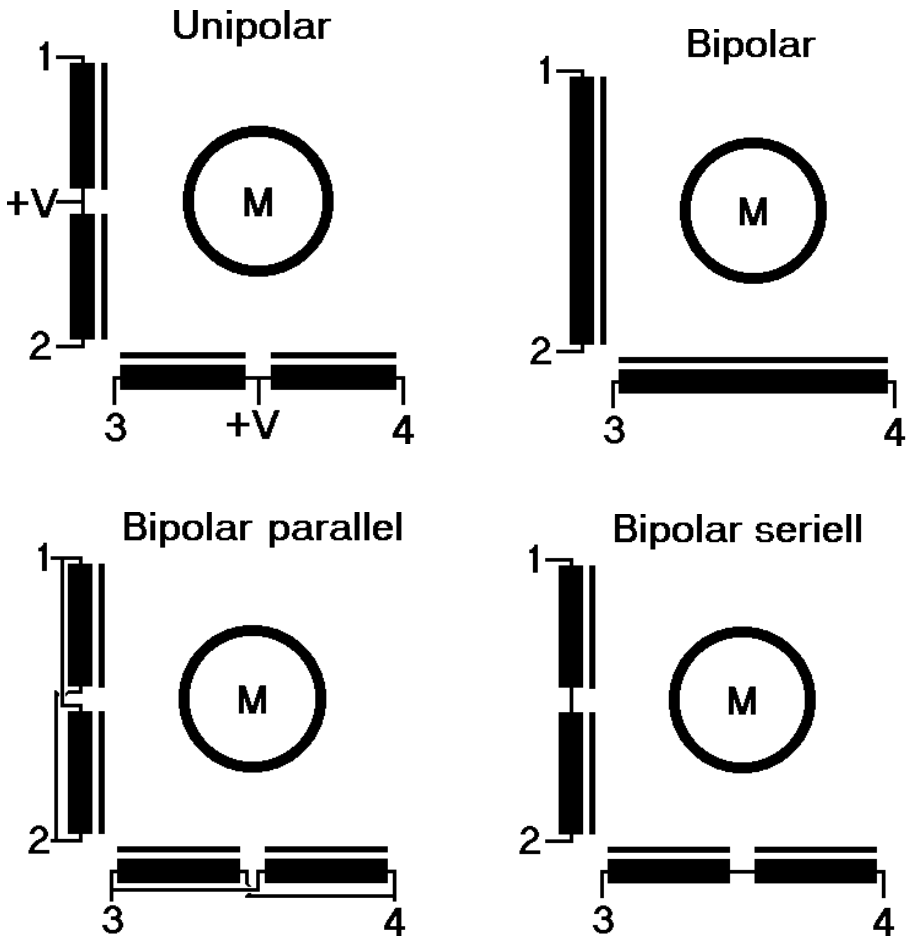
Das **Grundfunktionsprinzip** ist aber bei allen Schrittmotoren gleich:
Zwei (bei 2-Phasen) feste Spulen (Stator) erzeugen ein magnetisches Drehfeld (gesteuert von der Elektronik), indem sich ein Rotor bestehend aus Permanentmagneten zwangsläufig dem Drehfeld folgend mitdreht. Die hohen Schrittzahlen werden dabei durch eine besondere geometrische Ausführung von Stator und Rotor und einer speziellen Magnetisierung des Rotors mit vielen Polpaaren erzielt.

Betriebsarten
Schrittmotoren können in verschiedenen Betriebsarten angesteuert werden. Die Unterschiede bestehen in der Kurvenform des Stromverlaufs der einzelnen Wicklungen, der damit erzielbaren Schrittauflösung und der dazu notwendigen Steuerelektronik:
-Vollschritt:
Beide Wicklungen werden für Schrittsequenz im gegenseitigen Wechsel umgepolt. Beide Wicklung werden gleich stark bestromt. Schrittzahl entspricht Nominalwert.
-Wellensteuerung:
Abart des Vollschritt, bei der jeweils nur eine Wicklung bestromt wird. Schrittzahl = Nominalwert)

-Halbschritt:
Abwechselnd werden beide Wicklungen und nur eine Wicklung bestromt. Erlaubt Verdoppelung der Nominalschrittzahl. Günstiger gegenüber Vollschritt hinsichtlich Schrittauflösung, Resonanzen,Geschwindigkeit und Stromverbrauch.
Wird von MTS-3 verwendet.

-Mikroschritt:
Der Stromverlauf in beiden Wicklungen wird einer Sinus- bzw. Cosinusform mit mehr oder weniger Stufen angenähert. Erlaubt noch feinere Schrittauflösung und weniger Resonanzen, erfordert aber eine aufwendigere Ansteuerelektronik und für optimalen Betrieb Mikroschritt-geeignete Schrittmotoren.

Verschaltungsarten
Es gibt für Schrittmotoren 4 mögliche Arten der Verschaltung



Welche Art der Verschaltung möglich ist, hängt ab von der Anzahl der Anschlussdrähte des Schrittmotors und der Treiberart der Steuerelektronik. Die MTS-3 verwendet Bipolar-Treiber, so dass alle Arten von 2-Phasen-Schrittmotoren angeschlossen werden können. Die speziell unipolaren Schrittmotoren mit 5 oder 6 Anschlussdrähten können ebenfalls bipolar betrieben werden, wenn der Mittenanschluss nicht kontaktiert wird.

Auswahl geeigneter Typen
Als wichtigste Grundgrösse sollte das erforderliche Drehmoment zum Drehen der Schnecke ermittelt werden. Als zweites kann muss man sich entscheiden, wie hoch die Nachführfrequenz sein soll. Für kleine Reisemontierungen z.B. mit denen nur kurzbrennweitig beobachtet oder fotografiert wird, reicht eine niedrige Frequenz, vielleicht um die 10Hz oder niedriger. Im anderen Extremfall wäre für eine schwingungsfreie Nachführung eine Frequenz um die 50Hz oder höher anzustreben. Generell sollte aber getestet werden, wie eine spezielle Montierung auf die Vibrationen des Schrittmotors bei einer bestimmten Frequenz reagiert. Als nächste Entscheidung steht die Wahl der FAST-Frequenz für schnelles Positionieren an. Man muss sich im Klaren darüber sein, dass man hier an physikalische Grenzen stösst: Das Bewegen einer schweren Montierung erfordert nun mal einen gewissen Kraftaufwand, und die Leistungsabgabe der MTS-3 ist beschränkt.

Grundsätzlich muss angemerkt werden, dass hohes Drehmoment und hohe Geschwindigkeit gegensätzliche Anforderungen sind. Wenn Sie also eine wirklich hohe FAST-Frequenz benötigen, müssen Sie alle Fakten gegeneinander abwägen und eine Kompromisslösung suchen.
Es gibt z.B. Schrittmotoren, die bei niedriger Frequenz und niedriger Stromaufnahme ein sehr grosses Drehmoment haben, aber schon bei einigen 100 Hz deutlich an Drehmoment verlieren.
Hier zeigen sich auch ganz deutlich die Unterschiede zwischen einem billigen "Restposten"-Schrittmotor, der schon bei 500Hz stehenbleibt und einem hochwertigen schnellaufenden Scheibenmagnet-Schrittmotor, der bis zu mehreren Kilohertz betrieben werden kann.
Weil das Drehmoment von Schrittmotoren zu höheren Frequenzen hin je nach Typ mehr oder weniger stark abnimmt, sollten Sie auf jeden Fall die von den Herstellern erstellten Diagramme mit dem Drehmomentkurven studieren und vergleichen.

Stromaufnahme
Die wichtigste Grundgrösse ist die Stromaufnahme des Schrittmotors, die 600mA/Phase bei alleinigem Betrieb und 400mA/Phase bei Dauerbetrieb von 2 Schrittmotoren nicht überschreiten sollte. Auf jeden Fall muss man mit der Gesamtstromaufnahme unter der Ansprechschwelle des Überlastschutzes bleiben. Für die Stromaufnahme ist massgebend der Wicklungswiderstand und die Versorgungsspannung (->siehe Stromverbrauch).
Sollte die Stromaufnahme eines Schrittmotors höher als erlaubt sein, so muss sie entweder durch Serienschaltung der Wicklungen (bei bipolaren Typen mit 8 Anschlüssen) und/oder durch einen zu jeder Phase in Serie geschalteten (ohmschen) Widerstand entsprechend vermindert werden. Achten Sie dabei auf die Dimensionierung und Kühlung der Widerstände
wegen der dabei in ihnen entstehenden Verlustleistung. Generell verbessern ohmsche Serienwiderstände und eine höhere Betriebsspannung das Drehmoment bei höheren Frequenzen, haben aber den Nachteil eines niedrigeren Gesamtwirkungsgrades und eines höheren Gesamtstromverbrauchs der Nachführung auch bei niedrigen Frequenzen.

Drehmoment
Das Drehmoment zum Drehen der Schnecke kann relativ einfach ermittelt werden. Befestigen Sie dazu an der waagerecht ausgerichteten Schneckenachse den Handdrehknopf und wickeln Sie um diesen eine Schnur einige Male fest herum, so dass sie nicht abrutschen kann. An das andere Ende der Schnur hängen Sie freischwebend einen Eimer. Füllen Sie nun den Eimer langsam mit Wasser, bis die Schnecke sich zu drehen beginnt. Wiegen Sie dann die Masse des Eimers samt Wasser.
Berechnen Sie nun : Drehmoment = Masse[kg] * 9.81 N/kg * Knopfradius[m]

Bei der Prozedur sollten Sie erschwerende Bedingungen, die im Betrieb vorkommen können mit berücksichtigen, wie z.B. ungleichmässig belastete Montierung, zähe Lagerschmierung bei Kälte. Das Drehmoment DS, das der Schrittmotor aufbringen muss beträgt dann:
DS = Drehmoment * Getriebeuntersetzung / Getriebewirkungsgrad
Beispiel: DS = 0.5 Nm * 1/50 / 0.7 = 0.014 Nm = 1.4 Ncm

Getriebe
Zwischen Schnecke und Motor muss (in den allermeisten Fällen) noch ein Getriebe geschaltet werden, damit das notwendige Drehmoment erreicht wird, und damit man einen brauchbaren Wert für die Nachführfrequenz erhält. Das Getriebe könnte aus einer Zahnradstufe bestehen und/oder einem fertig gelagerten Getriebeblock. Als Ausführungen wären Stirnzahnradgetriebe, Planetengetriebe oder Schneckengetriebe (weniger gut wegen schlechtem Wirkungsgrad) geeignet. Für die Berechnung muss ausserdem die Belastbarkeit und der Wirkungsgrad (ca. 90% pro Zahnradstufe) beachtet werden.
Viele Hersteller bieten zu Ihren Schrittmotoren passende Getriebe montiert oder unmontiert in mehreren Ausführungen und mit Standard-Untersetzungen an.
Dies wären z.B. 1:9 1:12 1:24 1:48 1:90 oder 1:12.5 1:25 1:50 1:100.

13. Elektrische Anschlüsse

Schliessen Sie nur die dafür vorgesehenen Kabel und Geräte an. Berühren Sie besonders die Kontakte nicht, um eine elektrostatische Entladung, die zur Beschädigung der Elektronik führen kann, zu vermeiden. Zu starker elektrostatischer Aufladung führen vor allem Kunststoffteppichböden in Innenräumen, Synthetikfaser-Kleidung und Gummischuhsohlen. Vermeiden Sie all dieses, wenn Sie an den Anschlüssen hantieren. Im Freien ist mit elektrostatischer Aufladung normalerweise nicht zu rechnen.

Die MTS-3 verfügt neben dem Anschluss für 2 Schrittmotoren und Stromversorgung noch Anschlussmöglichkeiten weiterer Geräte oder Zubehör:

Autoguider-Anschluss
Sämtliche auf dem Markt befindlichen CCD-Autoguider-Nachführsysteme der Firmen SBIG (ST-x), Meade(Pictor), OES u.a. können mit der MTS-3 ohne Umbau verbunden werden. Für die genannten Firmen sind anschlussfertige Kabel lieferbar. Sonderkabel sind auf Anfrage ebenfalls lieferbar.

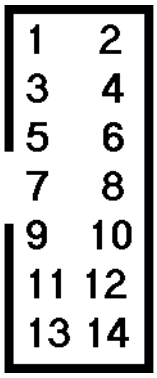
Hand-Kontrollbox extern
Zur parallelen Bedienung besteht die Möglichkeit extern auch eine weitere Hand-Kontrollbox anzuschliessen. Zu diesem Zweck sind die Anschlüsse der Taster und Schalter an der Stiftleiste zugänglich.

RS-232
Für die serielle Kommunikation verfügt die MTS-3 über die Anschlüsse Txd, Rxd und Gnd. Die Verbindung zum PC erfolgt über ein Adapterkabel und einem Standard 9-poligem D-Sub-Kabel und eventuell einem 9->25 Adapterstecker. Dabei werden Txd und Rxd von PC und MTS-3 kreuzweise miteinander verbunden.

LC-Display
Das LC-Display wird mit einem Flachbandkabel mit der MTS-3 verbunden, wobei 3 Datenleitungen für die serielle Übertragung sowie Vcc und Gnd kontaktiert sind.

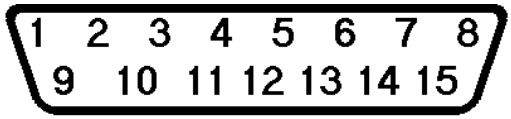
14-polige Stiftleiste

An alle Anschlüsse, ausser Rxd dürfen keine externen Spannungen angelegt werden. Die Signaleingänge RIGHT,LEFT,DOWN,FAST,UP,ON dürfen nur gegen Gnd geschaltet werden (Open Collector, Open Drain, Optokoppler, Relais oder Dioden verwenden!)



1: LCD data/rs
2: LCD clock
3: RIGHT
4: Gnd(0V)
5: LEFT
6: Vcc(+5V)
7: DOWN
8: FAST
9: UP
10: Txd
11: Rxd
12: LCD enable
13: ON
14: LED

15-poliger Stromversorgung/Motor-Stecker

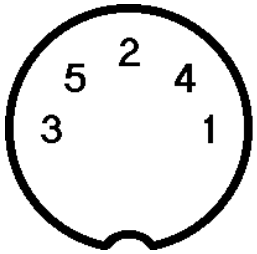


1: RA Phase 1
2: RA Phase 2
3: RA Phase 3
4: RA Phase 4
5: DE Phase 1
6: DE Phase 2
7: DE Phase 3
8: DE Phase 4
9,10,11:Versorgungsspannung
12,13: nicht belegt
14,15: Masse

2-polige Stromversorgungs-Stecker

Litze roter Streifen = Bananenstecker rot = Vdd (PLUS)
Litze schwarz = Bananenstecker schwarz = Gnd (MINUS)

5-polige Motor-Stecker (Draufsicht auf Stiftkontakte)



1: Phase 4
2: nicht kontaktiert
3: Phase 1
4: Phase 2
5: Phase 3

14. Elektrische Kenndaten MTS-3LP

Für die Besitzer älterer MTS-3 (nicht MTS-3LP) gelten dazu weiterhin die entsprechenden Angaben in der alten Betriebsanleitung !!!

Stromversorgung

Grenzwerte:	minimal	empfohlen	maximal
Spannung:	10 Volt	12 - 18 Volt	28 Volt

Batterien
In Frage kommen: Bleiakku ("Autobatterie"), NiCd-Akku, NiMH-Akku oder (nicht) -wiederaufladbare Alkali-Mangan-Batterien. Für eine ausreichend lange Stromversorgung sollten Sie unbedingt den Stromverbrauch bei der Bemessung der Kapazität beachten.
Formel: t=C/I (t:Zeit[h], C:Kapazität[Ah], I:Stromverbrauch[A])
Die Formel gilt allerdings nur näherungsweise, da die exakte Kapazität (nicht die aufgedruckte!) vom Ladungszustand, Alter, Temperatur und Entnahmestrom abhängt. Beachten Sie deshalb die Herstellerangaben von Akku und Ladegerät. Kontrollieren Sie auch regelmässig die Spannung, um die 10 Volt Mindestspannung nicht zu unterschreiten, und um eine Tiefentladung (falls Bleiakku) zu vermeiden.

Netzgeräte
In Frage kommen Netzgeräte mit fester oder regelbarer Ausgangsspannung. Achten Sie unbedingt auf ausreichende Stromabgabe und eine stabilisierte Ausgangsspannung. In dieser Hinsicht sind die häufig anzutreffenden Steckernetzteile überfordert und daher nicht geeignet. Sehr sinnvoll ist auch eine Strombegrenzung. Bei regelbaren Netzteilen ist zu beachten, dass die Spannungsgrenzwerte der MTS-3 nicht versehentlich überschritten werden dürfen.

Verpolungsschutz
Die MTS-3 besitzt einen optimierten MOSFET-Verpolungsschutz, der im Gegensatz zu den üblichen Dioden nur noch einen geringen (stromabhängigen) Spannungsverlust aufweist, und damit die Verlustleistung minimiert.
Der Spannungsverlust beträgt bei 1 Ampere ca. 0.055 Volt. Sollte die MTS-3 versehentlich mit falscher Polung angeschlossen werden, so schaltet sie einfach nicht ein. Dabei ist keine Beschädigung zu befürchten.

Stromverbrauch
Elektronik ohne Motoren: ca. 15mA - 25mA betriebsabhängig
LC-Display: ca. 1mA - 2mA
Motoren: zulässig maximal 4 * 400mA (bei zwei Motoren Dauerbetrieb)
oder maximal 2 * 600mA (bei einem Motor)
Der Stromverbrauch der Motoren bemisst sich nach deren Phasenwiderstand.
Iph = Vdd / (Rph + Rtr) mit Iph: Strom/Phase
Rph: Phasenwiderstand
Rtr: Treiberwiderstand (ca. 2 Ohm)
Vdd: Versorgungsspannung
Imax=2*Iph(RA)+2*Iph(DE) Imax: maximaler Gesamtstrom

Für 2 Schrittmotoren mit je 40 Ohm/Phase bei 12 Volt ergäbe sich:
Imax=2 * 12V/42 Ohm + 2 * 12V/42 Ohm = 1.14 Ampere
Im Nachführbetrieb dürfte der DE-Motor die längste Zeit abgeschaltet sein, so dass sich dieser Wert in etwa halbiert und mit dem Halbschrittbetrieb nochmals auf 75% verringert.
Der durchschnittliche Verbrauch ist also: 1.14A * 0.5 * 0.75 + 0.025A = 0.45 A.
Berücksichtigen sie dies bei der Dimensionierung der Akkukapazität.

Überlastschutz und Motortreiber
Die MTS-3 verwendet integrierte H-Brücken-MOSFET-Motortreiber vom Typ 2 * L6204 (SGS-Thomson) zum bipolaren Betrieb von 2 Schrittmotoren.
Ab einer Gesamtstromaufnahme von ca. 2 Ampere schaltet ein Überlastschutz alle Motortreiber ab und in Abständen von ca. 1/10 Sekunde wieder ein. Dieser Zustand kann sich in einem starken unkontrolliertem Ruckeln der Motoren bemerkbar machen und sollte sobald als möglich durch Abschalten beendet werden.
Die Treiber enthalten ausserdem eine thermische Schutzabschaltung, die ab einer Chiptemperatur von ca. 150°C anspricht. Das Abschalten durch den Überlastschutz ist allein dazu bestimmt, die MTS-3 vor dauerhaften Schaden zu bewahren und ist kein erlaubter Betriebszustand. Eine Überlast kann eintreten, wenn:
-die Motoren einen zu niedrigen Phasenwiderstand haben.
-ein Kurzschluss in Steuerung, Stecker, Kabel oder Motor vorliegt.
Der Überlastschutz spricht an bei Überlast zwischen allen Phasen untereinander und der Versorgungsspannung, aber nicht zwischen den Phasen und dem Masseanschluss. Ein Kurzschluss zwischen Masse und einer Phase wird den Treiber höchstwahrscheinlich zerstören. Seien Sie also entsprechend vorsichtig.

Kabel und Stecker

Die Kabel und die Stecker zu den Motoren und der Stromversorgung stellen die häufigste Ursache für Fehlfunktionen dar. Deshalb sollten Sie folgendes beachten:
Die Stromzuführung sollte einen guten Kontakt zur Stromquelle haben. Wacklige Krokodilklemmen und oxidierte Kontakte, die leicht einen ungewollten Stromausfall verursachen können sind wenig geeignet. Selbst kurzzeitige Spannungseinbrüche beantwortet Ihre MTS-3 mit einem Neustart, der zwar keinen Schaden anrichtet, aber zu unnötiger Unterbrechung der Nachführung und Verlust der PEC-Information führen. Für eine notwendige Kabelverlängerung sollten Sie einen ausreichenden Leiterquerschnitt wählen. Von der Verwendung von üblichen 12Volt-Kabeltrommeln mit KFZ-Zigarettenanzünderanschluss (oft auch sehr wackelig!) mit grosser Länge und kleinem Querschnitt ist gerade bei höherer Stromaufnahme abzuraten.
Benutzen Sie z.B. eine sichere Steckverbindung mit Bananensteckern und entsprechenden Buchsen. Bei geschraubten Klemmverbindungen ist zu beachten, dass sich die Kontaktschrauben nach häufiger mechanischer Beanspruchung lockern und zu Wackelkontakten führen können. Unter Umständen sind (sauber) gelötete Verbindungen besser geeignet.

Für die Motor-Stecker und -Buchsen gilt dasselbe wie oben erläutert. Ein Schrittmotor kann nur laufen, wenn alle 4 Phasen richtig kontaktiert sind. Ansonsten rührt er sich entweder überhaupt nicht, ruckelt unkontrolliert oder dreht sich kraftlos zufällig mal in die eine oder andere Richtung. Stellen Sie daher sicher, dass:
-alle Phasen nach korrektem Schema angeschlossen sind.
-der Stecker korrekt, mittig (nicht verdreht) und fest in der Buchse sitzt. Gerade die 5-poligen DIN-Stecker können leicht verdreht in 8-polige DIN-Buchsen gesteckt werden !
Notfalls überzählige Kontakte blockieren !
-die Kontakte nicht oxidiert und frei von Schmutz sind.
-die Kontaktfedern der Buchse nicht überdehnt sind, und sicheren Kontakt bieten. Notfalls mit einer Nadel zurechtbiegen !
-das Kabel unbeschädigt ist. Gerade im Freien kann es durch Tritt und/oder extreme Kälteeinwirkung zu einem Kabelbruch kommen.

15. Software - Details

Frequenzgenauigkeit

Die MTS-3 speichert sämtliche Frequenzwerte intern als einfach genaue Fliesskommazahlen, also für diesen Zweck extrem genau. Für die Ansteuerung der Motoren werden die Frequenzwerte in Zeitintervalle zwischen 2 aufeinanderfolgenden Schritten umgerechnet.
Die zeitliche Rasterung dieser Zeitintervalle beträgt für die Nachführfrequenz 4.24 Nanosekunden, und für alle anderen Frequenzen 1.085 Mikrosekunden. Anzumerken wäre, dass sich durch die Interrupt-gesteuerte Schrittausgabe zwangsläufig bei einzelnen Schritten Verspätungen bis ca. maximal 30 Mikrosekunden ergeben können (Phasenjitter genannt), die sich aber nicht aufsummieren. Bei einer FAST-Frequenz von 5000Hz ergibt sich somit eine maximale Frequenzabstufung von 0.5425 Prozent = 27.125Hz. Es sollte Sie nicht stören, wenn die angezeigte Frequenz nicht exakt der tatsächlichen entspricht, da die MTS-3 den nächstliegenden möglichen Wert auswählt.
Bei einer Nachführfrequenz von z.B. 50Hz ergibt sich eine Frequenzabstufung von nur 0.2 ppm, also eine verschwindend kleine Grösse. Tatsächlich beträgt die Frequenzstabilität des Schwingquarzes 30 ppm. Somit beträgt die Genauigkeit der Nachführfrequenz auch 30 ppm.

PEC Funktionsweise

Die PEC-Aufnahme funktioniert im Prinzip so, dass die MTS-3 die Differenz zwischen der tatsächlichen Schrittposition des RA-Motors, (in der auch alle von Ihnen gemachten Korrekturen mit LEFT und RIGHT eingehen) und der rein rechnerischen Schrittposition (ohne jegliche Korrekturen) berechnet.
Diese Differenz speichert die MTS-3 genau 32-mal während exakt einer Schneckenumdrehung in der PEC-Tabelle dauerhaft ab.
Nachdem dann exakt eine Schneckenumdrehung vollendet ist, übernimmt die PEC anhand der PEC-Tabelle die Kontrolle über die Nachführfrequenz. Dies macht die PEC so, indem sie in Abständen von einigen Sekunden aus der PEC-Tabelle durch Interpolation die Schritt-Differenz für eine zukünftige (t + 2 Sekunden) Schrittposition berechnet. Um diese Differenz wird die rein rechnerische Schrittposition für (t + 2 Sekunden) korrigiert.
Aus dieser korrigierten Schrittposition und der momentanen Schrittposition kann die MTS-3 (in Abständen von 2 Sekunden) eine neue Nachführfrequenz berechnen. Die Nachführung wiederholt somit ziemlich genau Ihre Korrekturen während der PEC-Aufnahme, wobei diese Korrekturen bedingt durch die nur 32 Werte der PEC-Tabelle eine gewisse natürliche Nivellierung erfahren und gleichmässiger verlaufen. Die PEC-Korrektur ist nur an die Schrittposition gekoppelt und ist somit frequenzunabhängig. Dies ermöglicht es die PEC-Tabelle ständig fest gespeichert parat zu halten und beliebig den Schnellgang oder die Positionierung benutzen zu können, ohne die PEC zu verlieren.
Wenn Sie eine PEC-Tabelle aufnehmen, sollten sich alle Korrekturen während einer Schneckenumdrehung aufaddiert normalerweise aufheben. In der Praxis wird dies kaum der Fall sein, weil andere Einflüsse ausser dem periodischen Schneckenfehler auch noch wirken. Diese Möglichkeit berücksichtigt die PEC und korrigiert wirklich nur einen periodischen Fehler, indem die restliche Differenz durch Normierung der gesamten PEC-Tabelle eliminiert wird.
Deshalb entspricht auch die gemittelte PEC-kontrollierte Nachführfrequenz während einer Schneckenumdrehung exakt der ursprünglich programmierten Nachführfrequenz.

16. Fehlerursachen und Fehlerbehebung

Sollte etwas nicht so funktionieren wie erwartet, so finden Sie hier einige Hinweise. Lesen Sie dann das zugehörige Kapitel nochmals durch.

Motor ruckelt, falsche/zufällige Drehrichtung
- Überprüfen Sie den Motorstecker.
- Eventuell liegt Überlast/Kurzschluss vor. Sofort abschalten !

Motor bleibt stehen/tönt mit hoher Frequenz
- Frequenz zu hoch eingestellt.
- Motor ungeeignet/zu schwach.
- Spannung zu niedrig.

Falsche Geschwindigkeit
- Überprüfen Sie die Montierungsdaten.

Display zeigt nichts an
- Das Display muss vor Anlegen der Versorgungsspannung eingesteckt sein, weil es anfangs nur einmal initialisiert wird.
- Versionen vor 1.10 steuern das Display noch nicht an.
- Vielleicht ist das Kabel nicht ganz eingesteckt oder defekt.

Display zeigt extreme Werte an
- Wahrscheinlich ist die MTS-3 falsch programmiert worden. Versuchen Sie einen RESET.

Steuerung reagiert nicht
- Vielleicht ist die MTS-3 im falschen Betriebsmodus.
- MTS-3 ausschalten und wieder einschalten.

RS-232 funktioniert nicht
- Überprüfen Sie die Baudrateneinstellung, COM-Einstellung und das Befehlsprotokoll.

LED blinkt
- -> Unterspannungs-Warnung, -> Speicherfehler

17. Anwendungsbestimmungen, Gewährleistung und Garantie

Die MTS-3, sowie alle daran angeschlossenen Zubehörteile oder Geräte dürfen nur unter Beachtung der in der Betriebsanleitung genannten Bedingungen betrieben werden. Für eine anderweitige Behandlung, Nutzung oder unautorisiertem Eingriff übernehmen wir keinerlei Haftung.

Für die MTS-3 und Zubehör geben wir Ihnen eine Garantie vom einem Jahr auf alle elektronischen und mechanischen Bauteile.

Ausgeschlossen sind Teile, die erkennbar einer übermässigen Beanspruchung oder unsachgemässen Behandlung unterlagen.

Wir als Hersteller sagen zu, dass unsere Geräte die beschriebenen Eigenschaften besitzen, ausführlich getestet wurden und somit ihren bestimmungsgemässen Zweck erfüllen.

Sollten Sie dennoch Mängel feststellen, so bitten wir in Ihrem Interesse um möglichst baldige Kontaktaufnahme, um uns die Gelegenheit zur Nachbesserung zu geben.

Ein Anspruch auf Rückgabe oder Nachbesserung besteht nicht, wenn ein festgestellter Mangel für die Funktion des Gerätes unerheblich oder eine Fehlfunktion durch entsprechende Bedienung/Behandlung vermeidbar ist.

Dennoch möchten wir Sie bitten, uns solche Kleinigkeiten mitzuteilen, damit wir zukünftig die Fehler beseitigen und die MTS-3 weiter verbessern können.

18. Serviceleistungen

Boxdörfer Elektronik
Zum Gries 7
96317 Kronach
Tel: 09261 53853 Fax: 09261 53853

Zubehör und Preise
(inklusive 16% Mehrwertsteuer) **Stand: April 1998**
Versandkosten werden nach Aufwand berechnet (mindestens DM 11,60).
Händler, die bei uns regelmässig bestellen erhalten einen Rabatt von 10%.

PowerFlex MTS-3LP Steuerung Inklusive Strom/Motor-Kabel und Anleitung	DM 580,00
Strom/Motor-Kabel einzeln	DM 55,00
LC-Display	DM 240,00
RS-232-Kabel 1m 9-polig	DM 35,00
ST-4-Kabel 2m	DM 35,00
ST-7-Kabel 2m	DM 35,00
Pictor-Kabel (ST-x-Kabel+Adapterkabel)	DM 55,00
Verteilerbuchse einzeln	DM 5,00
Verteilerkabel 0.5m 3-fach	DM 35,00
Upgrade auf Version 1.15	DM 50,00
Upgrade auf Version 2.00 inklusive Anleitung	DM 120,00
Anleitung einzeln wird bei Bestellung einer MTS-3LP oder eines Upgrades angerechnet	DM 10,00
Generalüberholung älterer MTS-3 inklusive Austausch aller Taster, Schalter und Gehäuse sowie Funktionstest	DM 120,00

Sonderanfertigungen und -ausführungen sind auf Anfrage möglich. Ebenfalls können wir Ihnen für den konkreten Fall ausgewählte Schrittmotoren und Getriebe anbieten.

Beratung, Reparaturen
Im Zusammenhang mit der MTS-3 können wir Ihnen eine fachkundige Beratung bieten.
Die allermeisten Fragen können am schnellsten und einfachsten am Telefon geklärt werden. Wir möchten Sie deshalb bitten zunächst diese Möglichkeit zu nutzen.
Als Hersteller sind wir in der Lage eventuell notwendige Reparaturen oder Fehlerbehebungen kostengünstig, schnell und korrekt durchzuführen. Aus Erfahrung wissen wir aber, dass bei den meisten Beanstandungen gar kein wirklicher Defekt vorlag, sondern eine Fehlbedienung oder falsches Anschliessen die Ursache war.
Deshalb bitten wir Sie, Geräte nur nach vorheriger telefonischer Rücksprache und mit ausführlicher Fehlerbeschreibung zurückzusenden.

Nachrüstung älterer MTS-3 auf Version 2.00
Wenn Sie bereits eine MTS-3 besitzen, und die neuen Möglichkeiten der Software-Version nutzen möchten, so kann Ihre MTS-3 nachgerüstet werden. Dazu müssen Sie Ihre MTS-3 nach vorheriger Ankündigung an uns zurücksenden. Wir tauschen dann den Microcontroller aus und führen einen Funktionstest durch. Sie erhalten dann die MTS-3 umgehend zurück.

19. Sicherheitshinweise

Schliessen Sie die MTS-3 nur an eine geeignete Stromversorgung an, die die erlaubten Grenzwerte einhält. Ein Anschluss einer zu hohen Spannung oder gar der 230-Volt-Netzspannung wird Ihre MTS-3 mit Sicherheit zerstören und Sie setzen sich möglicherweise sogar der Lebensgefahr aus !!! Halten Sie die MTS-3 samt Anschlusskabel auch unbedingt von Kindern und anderen Unbefugten fern, denn die Bananenstecker passen nur zu gut auch in 230-Volt-Netzsteckdosen !!!

20. Funktions - Kurzübersicht

Um Funktion auszuwählen, Tastenkombination beim Einschalten gedrückt halten.
Um Werte zu speichern und Funktion zu beenden, einfach ausschalten.

Funktion	Tastenkombination	zu beachten
Nachführen	keine	LED grün: PEC aus LED gelb: PEC aus / abrufbar LED rot : PEC ein
Sonne "	UP	"
Mond "	DOWN	"
PEC ein/aus	LEFT	innerhalb 10 Sekunden ausschalten
PEC aufnehmen	LEFT	LED abwechselnd gelb / dunkel Start durch FAST->SLOW
Korrekturfaktor	RIGHT	16 Werte: 1.0625 - 2.0000 UP: erhöhen DOWN: erniedrigen LED abwechselnd rot / grün bei Wertewechsel
Lernmodus	UP+RIGHT	Start durch FAST->SLOW
Beschleunigung	DOWN+RIGHT	8 Werte an Dipschalter Nr. 1,2,3
RA-,DE-Frequenzen direkt	Vor Einschalten: SLOW: fein 1/100000 FAST: grob 1/1000	Nach Einschalten: SLOW: SLOW-Frequenz ändern FAST: FAST-Frequenz ändern
RA-Frequenzen	LEFT+RIGHT	UP: erhöhen DOWN: erniedrigen
DE-Frequenzen	UP+DOWN	RIGHT: erhöhen LEFT: erniedrigen
Baudrate	DOWN+LEFT+RIGHT	8 Werte an Dipschalter Nr.1,2,3 Display-Umleitung an Nr. 4
Motor-Getriebe	UP+LEFT+RIGHT	Dipschalter Nr. 1 - 10
Montierungsauswahl	UP+DOWN+RIGHT	Dipschalter Nr. 1,2,3
Parameter sichern	UP+DOWN+LEFT	user-defined Montierung
RESET	UP+DOWN+LEFT+RIGHT	Standardeinstellungen für alle (Montierungs-)Parameter, ausser user-defined Montierung
Unterspannung	LED blinkt	Stromversorgung sofort überprüfen !

PowerFlex MTS-3SDI Update 3.00d 23.10.2004

Boxdörfer Elektronik
Zum Gries 7 * 96317 Kronach * Germany
Tel/Fax: 09261 53853 International: 0049 9261 53853
Manager and contact person: Sigurd Boxdörfer
Internet: http://www.boxdoerfer.de
E-Mail: sigurd@boxdoerfer.de

1. Installation

Wenn Sie diese Datei lesen, haben Sie bereits das Zip-File mit dem Updateprogramm heruntergeladen und entpackt. Die Installation ist im Grunde sehr unproblematisch und einfach. Die Meisten werden die nachfolgenden Erklärungen gar nicht benötigen, der Vollständigkeit halber seien sie dennoch genannt:

Das Updateprogramm sollte auf jedem PC mit MSDOS ab 5.0 oder jeder Windows Version laufen.
Im DOS-Modus genügt es in den Ordner des Updateprogramms zu wechseln und dessen Namen einzugeben und RETURN zu drücken.
Aus Windows heraus kann es auch direkt gestartet werden. Es sollte dabei kein weiteres Programm laufen. In diesem Fall öffnet sich ein DOS-Fenster.
Sollten unter Windows beim Updatevorgang deswegen Probleme auftauchen, versuchen Sie das Updateprogramm direkt in DOS-Modus zu starten.

Verbinden Sie Ihre MTS-3SDI mit der seriellen RS-232 Schnittstelle COM1 oder COM2 Ihres hochgefahrenen PC/Laptop. Neuere Laptops haben oft keine RS-232 mehr. Dann muss ein USB-seriell Adapter verwendet werden.
Halten Sie alle 5 Tasten der MTS-3SDI gedrückt, während Sie die Versorgungsspannung an die MTS-3SDI anlegen. Damit ist die MTS-3SDI im Updatemodus. Sie reagiert dabei nicht mehr auf irgendwelche weiteren Eingaben durch die Taster oder Schalter, sondern erwartet den Download des Programmcodes und Datencodes über die RS-232 Schnittstelle.

Starten Sie jetzt das Updateprogramm SDI300c.exe (Anmerkung: Bis zu diesem Zeitpunkt ist die alte Version noch auf der MTS-3SDI lauffähig vorhanden und Sie könnten das Update noch abbrechen.)
Sie werden dann aufgefordert entweder die Taste '1' oder '2' zu drücken, je nachdem ob das Kabel an COM1 oder COM2 angeschlossen ist. Danach beginnt der Download des Programmcodes mit einer Fortschrittsanzeige von 0% bis 100%. Nach wenigen Sekunden werden Sie dann aufgefordert die Taste 'e' für den Download des Datencodes (EEPROM) zu drücken. Tun Sie dies auf jeden Fall, wenn Sie dieses Update erstmals durchführen.
Sie sehen dann eine Fortschrittsanzeige wie zuvor.
Nach dem Download wird noch ein Verify des Datencodes durchgeführt. Sollte die Fortschrittsanzeige dabei extrem langsam laufen, liegt wahrscheinlich ein Timing-Problem in

der Kommunikation vor und Sie können das Programm dann getrost mit Strg-Pause/Break abbrechen.
Falls das Verify normal beendet wurde, startet die MTS-3SDI danach automatisch mit der neuen Programmversion, ansonsten müssen Sie die MTS-3SDI von der Stromversorgung trennen und wieder verbinden.
Falls es beim Starten des Updateprogramms oder während es Updatevorgangs des Programmcodes ein Problem gibt, erhalten Sie eine entsprechende Fehlermeldung. Wenn Sie die Ursache des Fehlers nicht ermitteln oder beheben können, setzen Sie sich bitte mit mir in Verbindung.

Sollte während des Downloads des Programmcodes ein Fehler auftreten oder dieser durch irgendeinen Umstand unterbrochen werden, startet die MTS-3SDI danach nicht mit dem unvollständigen neuen Programmcode oder dem alten Programmcode. Nach Neuanlegen der Versorgungsspannung ist die MTS-3SDI dann automatisch auch ohne Drücken aller 5 Taster im Updatemodus. Jetzt können Sie den Updatevorgang erneut versuchen.
(Anmerkung: Der Downloadvorgang kann laut Angaben des Chip-Herstellers nahezu beliebig oft wiederholt werden, ca. 100000x ohne Überschreitung einer tolerablen Fehlerquote. Während der Programmentwicklung habe ich dieses Feature ständig problemlos genutzt. Ich kann mir nicht vorstellen, dass ein Benutzer ein Update so oft durchführen würde).

Sollte zwar der Download des Programmcodes vollständig sein, jedoch der Download des Datencodes unterbrochen worden sein, würde der neue Programmcode der MTS-3SDI dennoch gestartet werden, jedoch mit einem möglicherweise unvollständigen oder fehlerhaften Datencode. In diesem Fall sollten Sie das Update entweder komplett wiederholen
oder einen RESET (4 Richtungstaster gedrückt während Einschalten mit On/Off) an der MTS-3SDI durchführen.

Die Version MTS-3SDI 3.00 nutzt einen anderen Speicherbereich für den Datencode als die älteren MTS-3SDI Versionen bis 2.15. Aus diesem Grund ist es auch möglich, die Version 3.00 und eine ältere Version im Wechsel zu laden, ohne den Datencode neu laden und damit eigene Einstellungen überschreiben zu müssen. In dem Fall brauchen Sie den Download des Datencodes nicht durchführen, sondern brechen das Updateprogramm mit der Taste Esc ab. Bei den älteren Versionen ist ein Download eines Datencodes ohnehin nicht vorgesehen, das Neu-Initialisieren des Datencodes geschieht hier nur über den RESET.

2. Bedienung des Tracking-Modus

Wenn Sie die Finger von der MODE-Taste lassen, werden Sie mit den Voreinstellungen kaum einen Unterschied in der Bedienung zur alten Version feststellen können. Solange der ON/OFF-Schalter auf OFF steht, sollten Sie die MODE-Taste nicht drücken, wenn Sie nicht versehentlich in den Menu-Modus gelangen möchten. Für den Menu-Modus ist ein LCD notwendig. Mehr dazu weiter unten.

Sollte das dennoch einmal passieren, gelangen Sie durch Schalten auf ON mit dem ON/OFF-Schalter auch so wieder in den gewohnten Tracking-Modus. Der Tracking-Modus entspricht genau der Funktion der alten Version, wenn Sie den ON/OFF-Schalter auf ON

stellen, also die Nachführung einschalten. Ist dann erst einmal der Tracking-Modus mit ON aktiviert, können Sie die Mode-Taste benutzen, ohne versehentlich in den Menu-Modus zu gelangen. Mit Hilfe der MODE-Taste können Sie mal eben schnell eine der FAST-Geschwindigkeit auswählen oder den Loop/Spiralmodus aktivieren. Mehr dazu finden Sie weiter unten.

3. Unterschiede zu älteren Versionen und nicht mehr unterstützte Features

Zunächst die gute Nachricht: Wer bisher mit der MTS-3SDI ohne GOTO per PC zurechtgekommen ist, braucht sich nicht umzustellen, da die alte Bedienungsweise nach wie vor fast identisch vorhanden ist. Wer jedoch die neuen Features nutzen möchte, sollte die weiteren Ausführungen aufmerksam durchlesen.
Was in der Version 3.00 nicht mehr vollständig unterstützt wird, ist der alte MTS-3 Befehlssatz für die RS-232 Schnittstelle. Programme, die auf diesen Befehlen basieren, sind also nicht mehr verwendbar (wie z.B. MTSca, MTScontrol, ASCOM-Treiber,...).
Wer diese Programme dennoch nutzen möchte oder muss, kann dank des schnellen und einfachen Updatevorgangs auch die alte Version jederzeit wieder laden.
Die Version 3.00 versteht dafür jetzt alle LX200-Befehle, die für ein GOTO und ein Autoguiding per serieller Schnittstelle notwendig sind, so dass die MTS-3SDI jetzt kompatibel zu nahezu jeder Astro-Software ist, die den LX200-Befehlssatz unterstützt.
Unterstützt wird noch MTSconfi zwecks Einstellung der Parameter. Ebenfalls kann noch die LCD-Umleitung auf die RS-232 genutzt werden, allerdings ist das nicht mehr als Voreinstellung speicherbar.
Alle weiteren evtl. noch vorhandenen Befehle sind nicht mehr dokumentiert und sollten daher nicht mehr benutzt werden, da sie bei einem folgenden Update möglicherweise nicht mehr vorhanden sind. Die Einstellung der Parameter ist der jeweils aktuellen MTSconfi Version vorbehalten.

Geändert haben sich auch die 8 wählbaren Montierungen, die an die aktuell häufigsten Montierungen/Motoren angepasst wurden.
Einstellungen für andere Montierungen oder für 24V müssen mit MTSconfi geladen werden oder direkt an der MTS-3SDI eingestellt werden. Für Besitzer eines LCD ist dieser Vorgang dank eines alternativ nutzbaren neuen Menu-Modus und intuitiver Eingabemöglichkeiten besonders einfach.

Voreingestellte Montierungen

0: Vixen MT1 / EQ5 12V (Voreinstellung)
1: EQ6 / HEQ5 12V
2: Vixen Escap P530-004 12V
3: EQ6 / G11 / CI700 Escap P530-004 12V
4: Vixen Astromeccanica Motorset 12V
5: EQ6 Astromeccanica Motorset 12V
6: OTE 150 12V
7: EQ6 McLennan Motorset 12V
Neu ist, dass jetzt automatisch die passenden PWM und 100%-Grenzfrequenz Werte übernommen werden.

Erwähnenswert ist auch, dass jeder Montierungsdatensatz separat gespeichert wird und sich eigene Einstellungen nur auf den jeweils ausgewählten Montierungsdatensatz auswirken. Dies beinhaltet auch die PEC-Tabelle, die übrigens von 32 auf 64 Einträge verdoppelt wurde. Es können daher auch im Wechsel schnell 7 verschiedene Montierungen ausgewählt werden.
Die Nummer 7 belegt den Speicherplatz der früheren User-Defined-Mount, wird also überschrieben, falls der Save To UserDef durchgeführt wird, der den aktuell ausgewählten Speicherplatz dorthin kopiert. Sie kann also als eine Art Sicherungskopie verwendet werden und bei Bedarf auf den momentan aktuellen der anderen 7 Speicherplätze zurückkopiert werden. Im Menu-Modus mit LCD kann sogar jeder der Speicherplätze auf jeden andern kopiert werden, unabhängig davon, welcher gerade aktuell gewählt ist. Der besseren Übersicht wegen können auch bezeichnende Namen für jede Montierung eingegeben werden.

Per RESET Befehl werden alle 8 Speicherplätze in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt und auch alle anderen Einstellungen zurückgesetzt.

Baudraten

Eine weitere Änderung betrifft die Baudraten in BPS (bits per second):
0: 0 (RS-232 abgeschaltet)
1: 300
2: 600
3: 1200
4: 2400
5: 4800
6: 9600 (Voreinstellung)
7: 14400
8: 19200
9: 28800
10: 57600
Diese können auch wie gewohnt an den Dipschaltern 1-3 und 4 eingestellt werden. Dipschalter 4 für die LCD-Umleitung fällt weg und wird für die Baudratenauswahl mitbenutzt.

4. Weitere neue Features

Für den GOTO-Betrieb benötigt die MTS-3SDI für jede der beiden Achsen die Gesamtuntersetzung.
(f=Halbschritte/Sekunde, S=Schneckenuntersetzung, G=Getriebeuntersetzung, M=Schrittmotorvollschrittzahl, 86164s=Sterntag).
Der Zusammenhang ist einfach wie folgt: f = S * G * M * 2 / 86164s

Um keine weitere Eingabe dafür zu benötigen, wird die Gesamtuntersetzung, die der Faktor S * G * M darstellt, schlicht aus der Nachführfrequenz f berechnet und separat als ganze Zahl (ohne Kommastellen) gespeichert.
Um die Genauigkeit bei krummen Getriebeuntersetzungen etwas zu erhöhen, wird die Gesamtuntersetzung in Mikroschritten als S * G * M * 64 gespeichert. Diesen Wert können Sie auch mit der Menu-Funktion SetGearing einsehen bzw. ändern.

Für die DE-Achse ist eigentlich keine Nachführfrequenz f definiert, da wir in DE (bei guter Ausrichtung) keine Nachführung benötigen. Wir tun also einfach so, also wäre die Langsam-Geschwindigkeit in DE eine Nachführgeschwindigkeit und lassen der MTS-3SDI daraus analog zur RA-Achse eine Gesamtuntersetzung ausrechnen. Für viele Montierungen sind ja beide Untersetzungen identisch, weshalb dann auch identische Langsamgeschwindigkeiten notwendig sind.
Wenn Sie mit MTSconfi neue Montierungsdaten laden, werden also dabei
auch noch die Gesamtuntersetzungen berechnet. Deshalb ist es wichtig, das beide Langsamgeschwindigkeiten nach dieser Formel berechnet worden sind und so in der *.MTS Datei gespeichert sind, was ich auch bisher immer so gemacht habe, so dass hier keine Änderungen notwendig sind.

Wenn Sie danach die DE-Langsamgeschwindigkeit direkt an der MTS-3SDI ändern, so wird dabei keine neue Gesamtuntersetzung mehr berechnet, so dass Sie nicht befürchten brauchen, dass danach das GOTO in DE nicht mehr exakt wäre.
Die Gesamtuntersetzungen direkt an der MTS-3SDI sind nur mit SetGearing änderbar.

Praktisch bedeutet das Ganze, dass Sie entweder die Standardeinstellungen der MTS-3SDI übernehmen oder falls Ihre Einstellung nicht dabei ist, MTSconfi benutzen. Weiteres ist nicht notwendig.

5. GOTO über Astrosoftware mit LX200-Befehlssatz

Damit ist die MTS-3SDI ohne Weiteres sofort GOTO-fähig, fast. Vorher sollten Sie wie gewohnt noch die RA-Drehrichtung mit Dipschalter 9 festlegen. Schalten Sie die Nachführung dann mit ON/OFF ein.
Ihre Montierung sollte wie gewohnt möglichst präzise zur Erdachse ausgerichtet sein.
Wählen Sie in Ihrer Astrosoftware den LX200-Befehlssatz und 9600 Baud. Andere Baudraten sind auch möglich, müssen aber mit der MTS-3SDI übereinstimmen.
Bevor Sie ein GOTO durchführen können, braucht die MTS-3SDI eine Referenzposition. Stellen Sie also ein bekanntes Objekt manuell ein und wählen danach den Initialisierungsbefehl in Ihrer Astrosoftware mit dem exakt dem gleichen Objekt aus dem Katalog oder von den der Bildschirmposition.
Sollte sie keinen solchen besitzen (was ja möglich wäre, wenn sie eine schon vorinitialisierte Steuerung erwartet), halten Sie an der MTS-3SDI die MODE-Taste gedrückt und drücken danach gleichzeitig (ohne die MODE-Taste loszulassen) die linke und die rechte Taste.
Den Erfolg Ihre Aktion sehen Sie an der LED, die zunächst auf dunkel wechselt und danach auf grün.
Lassen Sie dann beide Tasten wieder los und zuletzt auch die MODE-Taste. Jetzt leuchtet die LED wieder in der ursprünglichen Farbe.
Wählen Sie jetzt den GOTO-Befehl in Ihrer Astrosoftware. Die MTS-3SDI führt dabei ausnahmsweise kein GOTO aus, sondern initialisiert seine Koordinaten genau auf das gewählte Objekt.

Wählen Sie jetzt ein anderes Objekt und führen damit den GOTO-Befehl aus. Jetzt sollte die MTS-3SDI das GOTO ausführen. Ich empfehle für den Anfang nur eine kleine Distanz zu wählen, da die GOTO-Geschwindigkeit zunächst noch auf 16x begrenzt ist.
Eine Kleinigkeit gilt es noch zu beachten:
Die DE-Schwenkrichtung ist bis jetzt noch nicht definiert. Beobachten Sie also Ihr Teleskop, ob es tatsächlich in die gewünschte DE-Richtung schwenkt. Tut es das nicht und schwenkt in die entgegengesetzte DE-Richtung, verändern Sie die Stellung des Dipschalters 10 an der MTS-3SDI.
Jetzt werden Sie bemerken, dass die Fadenkreuzposition am Bildschirm auf die tatsächliche Position springt, auf die auch Ihr Teleskop zeigt. Alle weiteren GOTOs werden jetzt auch in die richtige DE-Richtung gehen. Voreingestellt ist an der MTS-3SDI, dass sie für ein GOTO den jeweils kürzesten Weg nimmt, nötigenfalls auch über den Pol.
Die MTS-3SDI nimmt dabei keinerlei Rücksicht auf eventuelle Kollisionsmöglichkeiten zwischen Teleskop, Montierung und Stativ.
Sie sollten deshalb insbesondere bei längeren GOTOs die Bewegung Ihres Teleskops mit den Augen verfolgen und notfalls eingreifen. Dazu beenden Sie das GOTO entweder über die Astrosoftware oder drücken die MODE-Taste (sozusagen als NOT-AUS Taste) oder übersteuern das GOTO mit den 4 Richtungstasten an der MTS-3SDI.
Wenn Sie sich zum Übersteuern entschließen, berechnet die MTS-3SDI ausgehend von der momentanen Position ständig den kürzesten Weg zu Ziel.
Es kann also sein, dass die MTS-3SDI dann selbst wieder einen Weg einschlägt, der keine Gefahr mehr für Ihre Ausrüstung bedeutet.

6. Schnell(FAST)-Geschwindigkeiten und GOTO-Geschwindigkeiten

Es können jetzt bis zu 17 verschiedene FAST-Geschwindigkeiten ausgewählt werden.
Die Nummern 0 bis 15 sind als X-Faktor im Vergleich zur Langsam-Geschwindigkeit (genaugenommen nicht der eingestellten Langsam-Geschwindigkeit, sondern der virtuellen Nachführgeschwindigkeit für RA und DE, die aus den Gesamtuntersetzungen berechnet werden, was aber identisch ist, wenn die Langsam-Geschwindigkeiten nicht geändert werden)
wählbar, während die Nummer 16 (auch einfach als freq bezeichnet) als die Maximalgeschwindigkeit wie bisher eingestellt werden kann.
Bei dieser Maximalgeschwindigkeit handelt es sich auch um diejenige, die wie bisher per MTSconfi eingestellt werden kann.

Per Grundeinstellung ist Nummer 16 (freq) gewählt, also die Maximalgeschwindigkeit. Insofern verhält sich die neue Version 3.00 genau wie die alte Version.
Niedrigere Geschwindigkeiten, also die X-Faktoren, können Sie im Menu-Modus als Voreinstellungen wählen oder zur momentanen Verwendung auch einfacher im Nachführmodus.

Halten Sie dazu im Nachführmodus, die MODE-Taste gedrückt, während Sie mit der unteren oder oberen Taste die Nummer des X-Faktors erniedrigen oder erhöhen. Eine Änderung erkennen Sie am Farbwechsel der LED. An der obersten Nummer 16 ist wie bereits erläutert, die Maximalgeschwindigkeit freq.

Die anderen X-Faktoren sind der Reihe nach:
4x,8x,16x,32x,64x,125x,175x,250x,375x,500x,700x,1000x,1400x,2000x,2800x,3600x

Natürlich können abhängig von den Motoren nicht alle X-Faktoren ausgeschöpft werden. Es findet daher automatisch eine Begrenzung statt. Im LCD wird dann nur der effektive begrenzte X-Faktor angezeigt.

Eine höhere Maximalgeschwindigkeit können Sie wie von der alten Version gewohnt einstellen oder Sie ändern die passende *.MTS Datei entsprechend ab und laden diese mit MTSconfi. Eine andere Möglichkeit wäre auch der Menu-Modus, wozu aber ein LCD oder zumindest die LCD-Umleitung notwendig ist.
Achten Sie bei der Maximalfrequenz darauf, dass die Motoren diese noch sicher bewältigen können.
Gegebenenfalls ist zur Optimierung, insbesondere wenn eine höhere Spannung als 12V verwendet wird, eine passende Einstellung der PWM-Werte und der 100%-Grenzfrequenz zu wählen. Nehmen Sie Anhaltspunkt die Werte in den *.MTS Dateien.
Falls im mittleren Geschwindigkeitsbereich Resonanzen auftreten, sollte die 100%-Grenzfrequenz heraufgesetzt werden.

Für die GOTO-Geschwindigkeit gibt es analog zur FAST-Geschwindigkeit eine separate Einstellung, voreingestellt ebenfalls Nummer 16, also die gewählte Maximalgeschwindigkeit. Im Menu-Modus könnten Sie je nach Bedarf auch einen kleineren X-Faktor dafür einstellen.

Um das Ganze noch etwas abzurunden, besteht die Möglichkeit die X-Faktoren selbst zu ändern und nicht nur ihre Auswahl per Nummer. Allerdings ist das nur im Menu-Modus möglich.
Ein Grund dafür, wäre z.B. eine engere gewünschte Abstufung der X-Faktoren, da die oberen ohnehin kaum genutzt werden können. Wer möchte, könnte für RA und DE sogar gleichzeitig verschiedene X-Faktoren definieren. Im Tracking-Modus wird aber immer nur der X-Faktor für RA angezeigt.
Von der Möglichkeit, die X-Faktoren entgegen einer gewissen Ordnung umzuprogramieren, sollten Sie keinen Gebrauch machen, da dies eher zu Verwirrung führt.

Wer kurzzeitig mal eben eine schnellere Geschwindigkeit als die FAST-Geschwindigkeit braucht, kann beide konträren Richtungstasten gemeinsam drücken. In dem Fall wird ausnahmsweise die GOTO-Geschwindigkeit benutzt. Die Richtung bestimmt der Taster, der zuerst gedrückt wurde.

7. Spielausgleich für RA und DE

Der Spielausgleich funktioniert wie gewohnt über die Dipschalter 1-8 im Tracking-Modus.
Es besteht auch die Möglichkeit im Menu-Modus einen Wert dafür einzugeben, der jedoch nur genommen wird, wenn an den Dipschaltern 1-8 Null eingestellt ist.
Ausschließlich im Menu-Modus kann auch ein Wert für ein RA-Spiel eingestellt werden. Voreingestellt ist Null. Der Spielausgleich läuft mit der gewählten GOTO-Geschwindigkeit und nicht der FAST-Geschwindigkeit!

8. Spiral-Modus und Loop-Modus

Bei hinreichend genauer Ausrichtung der Montierung sollte sich das gewünschte Objekt nach einem GOTO bei mittlerer Vergrößerung im Bildfeld befinden. Bei einer größeren Distanz oder ungenauerer Ausrichtung kann es aber sein, dass es sich knapp außerhalb befindet. Man könnte dann per Richtungstaster manuell danach suchen. Etwas einfacher geht es mit dem Spiral-Modus.
Ausgehend von der momentanen Position, fährt dann das Teleskop in einer rechteckigen Spiralbahn nach außen, und zwar mit der eingestellten FAST-Geschwindigkeit.

Aktivieren können Sie den Spiral-Modus im Tracking-Modus, indem Sie die MODE-Taste gedrückt halten, während Sie dann die rechte Taste drücken. Nach Loslassen der MODE-Taste beginnt die Spiralfahrt. Für die Zeitdauer des Spiralmodus sind die Motoren nicht mehr direkt mit den Richtungstasten steuerbar.

Stoppen Sie die Fahrt an der momentanen Stelle durch Drücken der MODE-Taste, wenn das Objekt ins Bildfeld rückt oder Sie den Spiral-Modus abbrechen möchten.
Wenn Sie während des Spiral-Modus die linke Taste einmal drücken, geht die Fahrt auf der gleichen Spirale zurück zum Ausgangspunkt.
Wenn Sie währenddessen einmal die rechte Taste drücken, geht die Spiralfahrt wieder nach außen. Der Vorgang ist beliebig oft wiederholbar.

Damit die Spiralfahrt vorangeht, muss der Schalter auf FAST stehen. Umgekehrt können Sie durch Schalten auf SLOW die Spiralfahrt an der momentanen Position unterbrechen und durch Schalten auf FAST fortführen.

Wenn Sie die linke Taste und die rechte Taste gleichzeitig drücken, geht die Fahrt auf direktem Weg zum Ausgangspunkt zurück, allerdings fahren beide Achsen nur abwechselnd, nicht gleichzeitig.
Am Ausgangspunkt angekommen, wird der Spiralmodus automatisch beendet und die MTS-3SDI wechselt wieder in den Tracking-Modus.

Während die Fahrt vorangeht, können Sie mit der oberen und unteren Taste die Geschwindigkeit erhöhen oder erniedrigen.

Der Loop-Modus funktioniert genau wie der Spiral-Modus, außer dass er mit der linken Taste aktiviert wird und nicht mehr als eine Windung aufspiralt. Im Effekt beschreibt dann das Teleskop eine rechteckige Bahn um die Ausgangsposition.

Der Abstand der Spiralwindungen ist voreingestellt mit 0.5 Grad. Dieser Wert kann im Menu-Modus zwischen einer Bogenminute und 10 Grad geändert werden. Ein Wert von Null sperrt Loop- und Spiralmodus. Ein negativer Wert kehrt die Spiralrichtung um.

In Abhängigkeit der Deklinationen werden die Laufstecken in Rektaszension automatisch so erhöht, dass die scheinbaren Laufstecken von DE und RA im Okular etwa gleich sind.

9. Menu-Modus

Der Menu-Modus ist den Benutzern des LCD (LC-Display) vorbehalten. Es eröffnet Ihnen eine Menge mehr Einstellmöglichkeiten und Funktionen und das mit einer relativ einfachen Bedienungsweise, die sich in den meisten Fällen ohne weitere Erklärung von selbst erschließt.
Kenner werden entdecken, dass es sich hierbei um die gleiche Bedienoberfläche wie bei der DynoStar X3 handelt.
Bedingt durch einige Unterschiede der Steuerungen, sind einige Punkte bei der MTS-3SDI etwas abgewandelt oder nicht vorhanden. Auch wurden einige Punkte etwas umgeordnet.
Im Wesentlichen sind das der kleinere Objektkatalog, fehlende Planeten, nur 8 Montierungen, nur 4 Beobachtungsorte, einige Motoreinstellungen und die fehlende Echtzeituhr.

In den Menu-Modus gelangen Sie durch Drücken der MODE-Taste nach Anlegen der Versorgungsspannung. Durch nochmaliges Drücken der MODE-Taste gelangen Sie in den Tracking-Modus. Anders als in der alten Version startet der RA-Motor dabei nicht automatisch. Sie müssen dazu erst eine der RA-Richtungstasten drücken.
Einfach gesagt, zwischen Tracking-Modus und Menu-Modus kann mit der MODE-Taste hin- und hergeschaltet werden.

Wenn Sie dann noch die Finger vom ON/OFF-Schalter lassen, sprich ihn auf OFF lassen, entspricht die Bedienweise ganz der DynoStar X3.
Insofern möchte ich mich jetzt nicht allzu sehr darüber auslassen und nur das Wesentliche erwähnen, was nicht offensichtlich ist.
Ansonsten möchte ich vorläufig noch auf die Anleitung der DynoStar X3 verweisen.

Im Menu-Modus gibt es eine Baumstruktur zur Auswahl von diversen Funktionen und Untermenus. UNTERMENUS sind zur Kenntlichmachung durchgehend GROSSGESCHRIEBEN.
Der Menubaum beginnt and der linken oberen Ecke und kann mit der unteren und oberen Taste durchgescrollt werden.
Bedingt durch das kleine Displayfenster sehen Sie also immer nur einen zweizeiligen Ausschnitt aus dem Menubaum.

Funktionen und Untermenus, die in der oberen Zeile mit einem '>' markiert sind, können mit der rechten Taste ausgewählt werden. Aus einem Untermenu kommt man immer mit der linken Taste heraus, wie auch aus einigen Funktionen.
Einige Funktionen haben zur Beendigung allerdings noch ein Abfragemenu, wie die Daten abgespeichert oder benutzt werden sollen. In dem Fall ist zum Verlassen der Funktion immer die MODE-Taste notwendig.

Wenn Sie das erste Mal nach Spannungsanlegen in das Menu wechseln, wird in der ersten Zeile immer der oberste Menupunkt angezeigt. Ansonsten wird in der ersten Zeile, der Menupunkt angezeigt, der auch zuletzt vor dem Verlassen des Menu-Modus angezeigt wurde.

10. Menu-Punkte

SelectXSpeed

Auswahl der X-Faktoren für manuell (FAST) und GOTO. Sie werden dauerhaft gespeichert ohne Abfrage.

LX200

Hier werden ausschließlich die LX200-Befehle vom PC bedient. Wählen Sie diesen Punkt, wenn es Ihnen auf eine möglichst kurze Reaktionszeit der MTS-SDI ankommt. Ansonsten funktionieren alle LX200-Befehle auch im Tracking-Modus. In allen anderen Funktionen aus dem Menu-Modus sind ebenfalls alle LX200-Befehle möglich, außer dem eigentlichen GOTO-Befehl :MS# , der das GOTO startet.
Sollte dennoch ein GOTO-Befehl erhalten werden, wird das GOTO erst ausgeführt, wenn in den Tracking-Modus oder dem LX200-Menupunkt gewechselt wird.
Die Richtungs-Steuerbefehle :Mw# :Mn# :Me# :Ms: :Qw# :Qn# :Qe# :Qs# :Q# haben dagegen in jedem Modus eine sehr schnelle Reaktionszeit von 0.02 Sekunden.

GOTO-CATALOG

GotoCoordinates

GOTO/Alignment mit numerischen Koordinaten

Catalog&Filter

Objektkatalog, bestehend aus 290 Sternen bis 3,5mag sortiert nach Konstellationen und Nummer sowie darauffolgend 2252 der helleren NGC und IC Nebelobjekte bis 12mag sortiert nach Nummern. Darin enthalten sind alle Messierobjekte. Mit der umfangreichen Filterfunktion, kann eine Objektauswahl eingegrenzt werden. (-> Filterfunktion)

BrightStars

Schnelle Auswahl von Sternen bis 2,5mag. Dazu sind temporär die Filterparameter passend eingestellt. Sie können für den Einzelfall weiter spezifiziert werden.

Nebula_by_No.

Schnelle Auswahl der Messier, NGC und IC Objekte nach bekannten Nummern.

SwitchDec

Entspricht der Funktion des Dipschalter 10 zur Festlegung der GOTO-Richtung in DE

SyncEncoder

Ist nur von Bedeutung, wenn das Encoder-Kabel mit Encodern angeschlossen ist. Synchronisiert die Motorkoordinaten mit den Encoderkoordinaten. Kann man wählen, nachdem ein manueller Schwenk durch Lösen der Kupplungen gemacht wurde bei deaktivierten Encodern.
Sind dagegen die Encoder ständig aktiviert (Encodertolerance<>0), geschieht dies automatisch bei Überschreiten der Encodertolerance auch ohne SyncEncoder.

SetTime&Date

Eingabe von Weltzeit und Datum. Zu beachten ist, dass auch die korrekten

Beobachungsort-Koordinaten benötigt werden. Ist nur notwendig, wenn die Horizontlage berechnet werden muss und zwar für:
-Refraktionskorrektur
-Anzeige azimutaler Koordinaten
-Anzeige von Sternzeit
-Polaris-Stundenwinkel als Ausrichtungshilfe
-Filterparameter-Nutzung Höhe über Horizont
Das GOTO funktioniert auch ohne diese Eingabe.

Set_De0_Position
Wird vor einem 2**Alignment benötigt. Dabei sollte die Deklinationsachse möglichst genau in mechanischer Nullstellung sein (nicht notwendigerweise am Himmel).

PolarRoute
3 Einstellungen sind möglich:
-Auto (voreingestellt): Falls der kürzeste GOTO-Schwenk über den Pol fährt, wird der auch genommen ohne weitere Bestätigung.
-Ask: Wie Auto, nur mit Bestätigung.
-Never: Der Pol wird nie per GOTO überfahren.

Tracking

On
Schaltet Nachführung mit zuletzt gewählter Geschwindigkeit ein. Gleicher Effekt wie Drücken einer RA-Richtungstaste im Tracking-Modus bei ausgeschalteter Nachführung.

Off
Schaltet Nachführung aus. Gleicher Effekt wie Drücken der MODE-Taste für mindestens 3 Sekunden im Tracking-Modus oder Menu-Modus.

AltAz
GOTO mit azimutaler Montierung. Angenommen wird eine exakte azimutale Ausrichtung. Notwendig sind auch Zeit/Datum und Ortskoordinaten.

Sidereal
Nachführung mit siderischer Geschwindigkeit (Sterne)
Solar
Nachführung mit solarer Geschwindigkeit (Sonne)
Lunar
Nachführung mit lunarer Geschwindigkeit (Mond)

UTILITIES

Spiral
Abstand der Spiralbahnen im Spiral/Loop-Modus. Ist beim Wert 0 gesperrt. Umgekehrter Drehsinn bei negativen Werten.

RAmanu(DE)
Wenn gesetzt, erhöht sich die manuelle FAST-Geschwindigkeit automatisch mit steigender Deklination. Wird nicht gespeichert.

ExchangeRA
Vertauscht die Funktion der Richtungstasten in RA. Betroffen sind auch der Autoguider-Eingang sowie die LX200-Richtungsbefehle. Wird nicht gespeichert. Die Menu-Funktion ist davon unberührt.

ExchangeDE
Wie ExchangeRA, nur für Deklination.

PowerOffDE
Bei Stillstand des DE-Motors kann das Stromabschalten deaktiviert oder aktiviert werden. Wird nicht gespeichert.

DE-Play
Bestimmt das Getriebespiel für Deklination, falls Dipschalter 1-8 auf OFF sind.

RA-Play
Bestimmt das Getriebespiel für Rektaszension.

CorrFactorRA
Feinheit der RA-Korrekturgeschwindigkeit

Refrac
Refraktionskorrektur. Nur sinnvoll mit Zeit/Datum und Ortskoordinaten

PEC

EnablePEC
Schaltet eine gespeicherte PEC-Korrektur ein
DisablePEC
Schaltet eine gespeicherte PEC-Korrektur aus

RecordPEC
Startet den PEC-Record Modus, sobald in den Tracking-Modus gewechselt und auf SLOW geschaltet wird.

RA-Motor*Gear
Produkt aus Halbschritten des Schrittmotors mal Getriebeuntersetzung. Wird für PEC-Korrektur unbedingt benötigt.

ProgXSpeed

Festlegung der X-Faktoren für die FAST-Geschwindigkeiten. Kann für RA und DE verschieden sein.

Loc

4 Beobachtungsorte mit Namen, Koordinaten und Zeitdifferenz der Zeitzone zur Weltzeit.

Mt.

Auswahl der aktiven Montierung. Eingabe eines Namens.

*CopyMount

Umkopieren von kompletten Montierungs-Datensätzen.

SHOW

ShowWhileTrack
Auswahl, was im Tracking Modus angezeigt werden soll. Normalerweise wird Coordinates gewählt. Bei der MTS-3SDI ist nicht jeder dieser Punkte möglich.

LocalT
Lokale Ortszeit

ZoneT
Zonenzeit

UnivT
Weltzeit in Greenwich (UT)

SidT
Sternzeit

Show_RA+De
Anzeige RA und De Koordinaten

Show_Azimut
Anzeige azimutaler Koordinaten

ENCODER

SetEncoder
Anzahl der Encoder-Impulse für eine Gesamtumdrehung (4*Strichzahl*Untersetzung). Für eine korrekte Funktion muss ggf. das jeweilige Vorzeichen geändert werden.

EncoderTolerance
Bestimmt ab welcher Abweichung von den Motorpositionen automatisch die Encoderpositionen übernommen werden. Ein Wert von 0 schaltet diese Funktion ab.

ShowEncoder
Zeigt die Encoderpositionen an, unabhängig was sonst gewählt ist.

MOTORS

***PWM,limit**
Einstellung von PWM Werten in % und 100%-Grenzfrequenz in Hz. Anders als bei anderen Einstellungen werden die möglichen Werte durchgescrollt, da nicht jede Dezimalstelle möglich ist.

***SetGearing**
Gesamtuntersetzungen für RA und DE Achsen in 1/64-Mikroschritten. Falls nicht der Dipschalter 9 für RA verwendet wird, definiert das Vorzeichen die Drehrichtung.

***Frequency**
Je nach SLOW/FAST-Schalter Stellung kann die jeweilige Frequenz eingestellt werden. Die Frequenzen bei FAST definieren die möglichen Maximalgeschwindigkeiten.

Acceleration
Beschleunigungswerte von 0 bis 5

Microstep
Mikroschritteinstellung. 1/64 ist meist sinnvoll.

Set_Time&Date
Eingabe Weltzeit/Datum

INFO

Version
Software Versionsnummer

Serial#
Die Seriennummer Ihrer MTS-3SDI Steuerung

Keycode
Eingabe eines Seriennummerabhängigen Codes um die volle Funktionalität des GOTO aus dem internen Objektkatalog freizuschalten. Kostet 75 EUR.
Ansonsten ist ein GOTO/Alignment auf +-30 Grad Deklination eingeschränkt.
Die Einschränkung betrifft nicht das GOTO über die LX200 Befehle.
Etwaige Hack-Versuche sind aussichtslos angesichts des 9-stelligen Codes. Die Hacker-Profis unter euch dürfen getrost davon ausgehen, dass ich mir eine hinreichend komplizierte Ermittlungsweise des Codes ausgedacht habe und mögen doch bitte Ihre Zeit mit Sinnvollerem vergeuden, oder sie zumindest dazu verwenden, Bugs aufzustöbern und mir mitzuteilen.
Im Übrigen ist auch der gesamte Update-Programmcode codiert und wird erst im Controller beim Download decodiert, welcher selbst auslesegeschützt ist.

Polaris
Stundenwinkel des Polarsterns als Ausrichtungshilfe Datum/Uhrzeit und Ortskoordinaten notwendig.

Baudrate
Baudraten-Einstellung von 0 bis 57600, siehe oben

Servicecode
Ohne die Eingabe des Servicecodes 1589 sind einige kritische Funktionen, die mit * beginnen, aus dem Menu ausgeblendet. Der Servicecode wird gespeichert, braucht also nicht jedes mal neu eingegeben werden. Die Eingabe eines falschen Servicecodes blendet die Funktionen wieder aus.

11. Filter-Funktion

Aus dem Objektkatalog heraus gelangen Sie durch Drücken der rechten Taste in die Einstellfunktion für die Filter-Parameter. Mit der Mode-Taste kommen Sie wieder heraus.

Globaler Filterschalter (Breite 1)

In der Voreinstellung ist die Filter-Funktion abgeschaltet. Der Schalter dafür ist gleich in der linken oberen Ecke (Position 0, Breite 1 Grafikzeichen) mit 3 möglichen Symbolen:

Off

steht für: Filter aus, d.h. es werden alle gespeicherten Objekte, unabhängig von Ihren Eigenschaften der Reihe nach durchgescrollt.

Filt

steht für: Filter ein, d.h. er werden nur die Objekte gefunden und angezeigt, die den anderen Filter Parametern entsprechen.

Abc

steht für: Finde nur Objekte, die einen Trivialnamen haben.

Die nächsten Schalter sind :

Objekttyp (Breite 1)

_	finde Sterne oder Nebel
NIC	finde NGC oder IC Objekte (auch alle Messier, da auch mit NGC-Nummer)
*	finde nur Sterne
M	finde nur Messier Objekte

Konstellation (Breite 3)

Any	finde Objekte in jeder Konstellation
And ... Vul	finde nur Objekte in dieser Konstellation

Nebeltyp (Breite 3)

entsprechen exakt den Bezeichnungen im NGC2000 Katalog

*	finde jeden Nebel
Gx	nur Galaxien
OC	nur offene Sternhaufen
Gb	nur Kugelsternhaufen
Nb	nur helle Reflexionsnebel oder Emissionsnebel
Pl	nur Planetarische Nebel
C+N	nur Sternhaufen zusammen mit Nebel
Ast	nur Asterismus
Kt	nur einzelne Knoten in einer Galaxie
	Die sonstigen Optionen sind uninteressant

Objekthelligkeit (Breite 6)

Finde nur Objekte die heller oder schwächer sind als diese Magnitude.
Voreingestellt ist <19.1mag, es wird also jedes Objekt gefunden.

Distanz zur Momentanposition (Breite 4)

Finde nur Objekte die nicht mehr als diese Distanz in Grad entfernt sind.
Mit Null Grad werden alle Objekte gefunden.

Höhe über Horizont (Breite 4)

Finde nur Objekte, die momentan soviel Grad über dem Horizont liegen. Dazu sind Datum/Uhrzeit und Ortskoordinaten notwendig. Ein Wert von Null findet alle Objekte.
Ein negativer Wert würde auch Objekte finden, die soviel unter dem Horizont sind, ist also praktisch kaum von Nutzen.

Objektgröße (Breite 6)

Finde nur Objekte die größer/kleiner als dieser Wert in Bogenminuten sind. Logischerweise betrifft dies nur Nebelobjekte. Sie sollten deshalb auch nur Nebel suchen, da sonst Sterne weiterhin auch mitgefunden werden. Der Wert Null findet alle Objekte.

Alle Filter-Parameter können miteinander kombiniert werden. Einige schließen sich jedoch gegenseitig aus oder grenzen die Werte soweit ein, dass gar keine Objekte mehr gefunden werden.
Sie sollten deshalb erstmal jeden Filter-Parameter für sich ausprobieren und bei Bedarf schrittweise weitere hinzunehmen.

12. Praxistest

Die notwendigen Einstellungen für erfolgreiches GOTO sind minimal:
Auswahl der passenden Montierung, Festlegung der RA-Drehrichtung und Prüfen der DE-Drehrichtung beim ersten GOTO.

Für ein schnelleres GOTO als 16x sollten noch die FAST-Frequenzen je nach Leistungsfähigkeit der Motoren erhöht werden, entweder mit modifizierten MTSconfi-Dateien oder direkt an der Steuerung.
Wer das Update zustande gebracht hat, sollte auch das leicht hinbekommen.

Beim ersten Praxistest mit meinem C11/EQ6/Escap funktionierte das GOTO auf Anhieb problemlos. Da ich nur mäßig genau ausgerichtet hatte, war bei größeren Schwenks über 90 Grad das Objekt knapp außerhalb des Bildfeldes (was zu erwarten war).
Mit Hilfe der Spiralfunktion war es aber schnell aufgespürt. Bei genauerer Ausrichtung oder kürzeren Schwenks ist das GOTO aber sehr präzise und man trifft das Objekt meist mittig im Bildfeld.

Etwas ist mir aufgefallen, als ich mir die azimutalen Koordinaten anzeigen lassen wollte. Die stimmten natürlich erwartungsgemäß nicht, da ich noch nicht Datum/Uhrzeit eingegeben hatte.
Aber selbst nach Eingabe von Datum/Uhrzeit änderten sich die azimutalen Koordinaten nicht.
Der Grund ist der, dass der momentane Stundenwinkel, auf den das Teleskop zeigt, nur aus den fortlaufenden Schrittzahlen des RA-Motors und einem Offset ermittelt wird.
Dieser Offset wird beim Alignment berechnet aus Rektaszension und Sternzeit. Die Sternzeit hängt aber vom Datum/Uhrzeit ab und war somit falsch, was aber für GOTO ohne Berücksichtigung des Horizonts belanglos ist.
Es ist deshalb notwendig nach Eingabe von Datum/Uhrzeit noch ein Alignment zu machen.

13. Sonstiges zum GOTO mit LX200-Befehlssatz

Erwähnen möchte ich nochmals, dass ein GOTO per LX200-Befehl nur möglich ist im Tracking-Modus, d.h. entweder ist die MTS-3SDI mit dem ON/OFF-Schalter eingeschaltet worden oder mit man hat mit dem MODE-Taster die neue Bedienoberfläche gewählt und befindet sich im Tracking-Modus oder im LX200-Menupunkt (in dem Fall muss das Tracking noch nicht notwendigerweise eingeschaltet sein, wird es aber meist, da man ein Alignment machen muss).

Nach jedem GOTO startet die Nachführung automatisch, auch wenn man mit sie mittendrin abgebrochen hat.

Die MTS-3SDI akzeptiert automatisch sowohl das kurze als auch das lange Datenformat (Befehle :Sr# und :Sd#). Ebenfalls werden als erweitertes Format für RA auch noch Zehntelsekunden akzeptiert. Eventuell fehlenden führende Nullen im Datenformat mancher Astrosoftware machen kein Problem.
Von sich aus versendet die MTS-3SDI jedoch voreingestellt nur das kurze Format, da offenbar nicht jede Astrosoftware das lange Format automatisch akzeptiert.

Mit dem Befehl :U# kann zwischen kurzen und langem Datenformat hin- und hergeschaltet werden. Sollte langes Datenformat eingestellt sein, versendet die MTS-3SDI auf die Befehle :GD# :GR# :Gd# :Gr# hin das erweiterte Format (siehe oben). Ich bitte um Rückmeldung falls
eine Astrosoftware dieses nicht akzeptiert sondern genau auf dem langen Format (ohne Zehntelsekunden) für RA besteht.

14. LCD und Updates für andere MTS-3 Steuerungen

Wer GOTO nicht nur per PC und LX200-Befehlssatz machen möchte, wird zum Nutzen des Objektkatalogs und weiterer Funktionen ein LC-Display benötigen.
Bei entsprechender Nachfrage werde ich ein kleines rot-beleuchtetes LCD (wie das in der DynoStar X3), das eine komfortable Bedienung ermöglicht, zum Nachrüsten anbieten.

Das Update ist auch bei den MTS-3SLP möglich, wenn zuvor ein Upgrade auf die MTS-3SDI gemacht wird, was aber ein Zurücksenden erfordert.
Ähnliches betrifft auch alle MTS-3 und MTS-3LP. Auch hier ist das Update nach Zurücksenden möglich. Allerdings muss zur vollen Funktionalität noch ein 5.Taster eingebaut werden.

15. Sonstiges

Ich hoffe, dass der Funktionsumfang dieses Updates die Erwartungen aller erfüllt oder übertrifft, die so lange darauf gewartet haben.
Die einwandfreie Funktion ist zwar hinreichend und ausführlich getestet, es ist aber nicht ganz auszuschließen, dass bei Einzelheiten in der Bedienung noch kleine Probleme stecken. Dahingehende Hinweise nehme ich gerne auf.

16. Änderungen in Version 3.00b

Mit Version 3.00a und Cartes du Ciel funktionierte das GOTO in DE nicht.
Ursache war das '°' (hex: 0xdf) Zeichen, das im Datenstring der DE-Koordinate falsch (als Version 2.00 Befehl) interpretiert wurde. Das ist mit Version 3.00b behoben.
Die wenigen Version 2.00 Befehle, die noch für die Kompatibilität zu MTSconfi.exe notwendig sind, werden deswegen nur noch direkt nach Stromanlegen erkannt (solange noch kein Taster oder Schalter betätigt wurde).
Als Folge kann MTSconfi.exe in jedem weiteren Betriebszustand nicht mehr verwendet werden. Da MTSconfi.exe ohnehin nur Konfiguration benutzt wird, stellt dies aber kein Problem dar. Gleiches gilt für die Displayumleitung. Sie kann ebenfalls nur noch direkt nach Spannungsanlegen aktiviert werden. Sie bleibt dann allerdings in den weiteren Betriebszusänden aktiviert, so dass man auch ohne LCD die Menufunktionen nutzen kann.
Als Folge einer aktivierten Displayumleitung können allerdings die LX200-Befehle nicht genutzt werden.

Enthalten sind jetzt auch die LX200-Geschwindigkeitsbefehle:
:RG# (guide) entspricht Nachführgeschwindigkeit
:RC# (center) entspricht FAST-Geschwindigkeit Nummer 0
:RM# (find) entspricht FAST-Geschwindigkeit Nummer 3
:RS# (slew) entspricht der eingestellten GOTO-Geschwindigkeit
Wenn sie verwendet werden, sollte der FAST/SLOW-Schalter auf SLOW stehen.
Die Geschwindigkeit wirkt sich nur auf :Mw# :Mn# :Me# :Ms# aus.
Für GOTO wird stets die GOTO-Geschwindigkeit verwendet.

Eine weitere Verbesserung betrifft die GOTO-Funktion. Sobald die Positionierung in RA beendet ist, wird sofort die Nachführung gestartet.
Sobald die Positionierung in DE beendet ist, wird entsprechend der PowerOffDE-Einstellung der DE-Motor nicht abgeschaltet oder mit Verzögerung abgeschaltet.

17. Änderungen in Version 3.00c

Mit Version 3.00a und 3.00b musste die PEC-Funktion abgeschaltet werden, um ein fehlerfreies GOTO mit LX200-Befehlen zu ermöglichen. Ansonsten startete nach Erreichen der Zielposition die Nachführung nicht richtig, da die PEC-Funktion mit langsamer Geschwindigkeit zur Ausgangsposition zurückfahren wollte.

Nur nach einer Richtungskorrektur in RA , entweder manuell oder per LX200-Befehl, lief die Nachführung wieder mit der richtigen Geschwindigkeit.
Dieser Fehler wurde in Version 3.00c behoben.
Manche Astroprogramme hatten offenbar Probleme das erweiterte Datenformat in RA mit Zehntelsekunden zu akzeptieren.
In Version 3.00c wird deshalb das erweiterte Format nur noch gesendet, wenn zuvor auch schon ein erweitertes Format empfangen wurde. Ansonsten wird das lange Format verwendet.

18. Änderungen in Version 3.00d

In den Versionen 3.00a-c war ein Fehler in der Mikroschrittsteuerung, der zur Folge hatte, dass bei der FAST-Geschwindigkeit bis 900Hz die PWM nur auf einer Wicklung erhöht wurde. Dadurch waren Laufruhe und Drehmoment nicht optimal.
Dieser Fehler wurde in Version 3.00d behoben.
Die Version 3.00c für die MTS-3 und MTS-3LP war nicht davon betroffen, da mit ihnen kein Mikroschrittbetrieb möglich ist.

19. Fehlermeldungen während Update läuft

Sollte das Update immer bei einer bestimmten %-Zahl abbrechen, liegt offenbar ein kleines Problem mit dem Timing beim Beschreiben des Flash-ROM vor. Dies kommt nur bei einigen wenigen Microcontrollern vor.
Sollten Sie davon betroffen sein, nennen Sie mir bitte die Seriennummer.
Ich kann Ihnen dann weiterhelfen.

20. Inhaltsverzeichnis

1. Installation 1
2. Bedienung des Tracking-Modus 2
3. Unterschiede zu älteren Versionen und nicht mehr unterstützte Features 3
Voreingestellte Montierungen 3
Baudraten 4
4. Weitere neue Features 4
5. GOTO über Astrosoftware mit LX200-Befehlssatz 5
6. Schnell(FAST)-Geschwindigkeiten und GOTO-Geschwindigkeiten 6
7. Spielausgleich für RA und DE 7
8. Spiral-Modus und Loop-Modus 8
9. Menu-Modus 9
10. Menu-Punkte 10
SelectXSpeed 10
LX200 10
GOTO-CATALOG 10
Tracking 11

UTILITIES 11
PEC 12
ProgXSpeed 12
Loc 12
Mt. 12
*CopyMount 13
SHOW 13
ENCODER 13
MOTORS 13
Set_Time&Date 14
INFO 14
Polaris 14
Baudrate 14
Servicecode 14
11. Filter-Funktion 14
Globaler Filterschalter (Breite 1) 15
Objekttyp (Breite 1) 15
Konstellation (Breite 3) 15
Nebeltyp (Breite 3) 15
Objekthelligkeit (Breite 6) 15
Distanz zur Momentanposition (Breite 4) 15
Höhe über Horizont (Breite 4) 16
Objektgröße (Breite 6) 16
12. Praxistest 16
13. Sonstiges zum GOTO mit LX200-Befehlssatz 17
14. LCD und Updates für andere MTS-3 Steuerungen 17
15. Sonstiges 18
16. Änderungen in Version 3.00b 18
17. Änderungen in Version 3.00c 18
18. Änderungen in Version 3.00d 19
19. Fehlermeldungen während Update läuft 19
20. Inhaltsverzeichnis 19